Die Chemie

in ihrer

Anwendung

auf

Agricultur und Physiologie.

Von

Justus von Liebig,

Vorstand der königl. Akademie der Wissenschaften ꝛc. zu München.

In zwei Theilen.

Siebente Auflage.

Zweiter Theil:

Die Naturgesetze des Feldbaues.

Braunschweig,

Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.

1862.

Die Naturgesetze

des

Feldbaues.

Von

Justus von Liebig,

Vorstand der königl. Akademie der Wissenschaften ꝛc. zu München.

Braunschweig,

Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.

1862.

Inhaltsverzeichniß des zweiten Bandes.

Die

Naturgesetze des Feldbaues.

Die Pflanze.

Um eine klare Einsicht in das landwirthschaftliche Culturverfahren zu gewinnen, ist es nöthig, sich an die allgemeinsten chemischen Bedingungen des Pflanzenlebens zu erinnern.

Die Pflanzen enthalten verbrennliche und unverbrennliche Bestandtheile. Die letzteren sind die Bestandtheile der Aschen, welche alle Pflanzentheile nach dem Verbrennen hinterlassen; die für unsere Culturpflanzen wesentlichsten sind: Phosphorsäure, Schwefelsäure, Kieselsäure, Kali, Natron, Kalk, Bittererde, Eisen, Kochsalz.

Aus Kohlensäure, Ammoniak, Schwefelsäure und Wasser entstehen ihre verbrennlichen Bestandtheile.

Aus diesen Stoffen bildet sich im Lebensprocesse der Gewächse der Pflanzenleib, und sie heißen darum Nahrungsmittel; alle Nahrungsmittel der Culturpflanzen gehören dem Mineralreiche an; die luftförmigen werden von den Blättern, die feuerbeständigen von den Wurzeln aufgenommen, die ersteren sind häufig Bestandtheile des Bodens und sie verhalten sich dann zu den Wurzeln ähnlich wie zu den Blättern, d. h. sie können auch durch die Wurzeln in die Pflanze gelangen.

Die luftförmigen sind Bestandtheile der Atmosphäre und ihrer Natur nach in beständiger Bewegung; die feuerbeständigen sind bei den Landpflanzen Bestandtheile des Bodens und kön-

nen den Ort, wo sie sich befinden, nicht von selbst verlassen. Die cosmischen Bedingungen des Pflanzenlebens sind Wärme und Sonnenlicht.

Durch das Zusammenwirken der cosmischen und chemischen Bedingungen entwickelt sich aus dem Pflanzenkeime oder dem Samen die vollkommene Pflanze. In seiner eigenen Masse enthält der Samen die Elemente zur Bildung der Organe, welche bestimmt sind, Nahrung aus der Atmosphäre und dem Boden aufzunehmen; es sind dies stickstoffhaltige, in ihrer Zusammensetzung dem Käsestoff der Milch oder dem Bluteiweiß ähnliche Stoffe, ferner Stärkmehl, Fett, Gummi oder Zucker und eine gewisse Menge von phosphorsauren Erden und alkalischen Salzen.

Der Mehlkörper des Getreidesamens, die Bestandtheile der Keimblätter der Leguminosen, werden zu Wurzeln und Blättern der entstehenden Pflanze. Läßt man den Samen von Getreide in Wasser keimen und auf einer Glasplatte fortwachsen, welche mit feinen Löchern versehen ist, durch welche die Wurzeln in das Wasser reichen, so wächst das Korn, ohne daß ihm irgend ein unverbrennlicher Nahrungsstoff, oder ein Bodenbestandtheil zugeführt wird, mehrere Wochen lang fort; nach drei bis vier Wochen bemerkt man, daß die Spitze des ersten Blattes anfängt gelb zu werden, und wenn man das Korn jetzt untersucht, so findet man einen leeren Balg, die Stärke ist mit der Cellulose verschwunden (Mitscherlich); die Pflanze stirbt damit nicht ab, sondern es erzeugen sich neue Blätter, häufig ein schwacher Stengel, indem die Bestandtheile der erstgebildeten, abwelkenden Blätter zur Bildung neuer Triebe verwendet werden.

Es gelingt unter günstigen Verhältnissen, Samen mit besonders starken, an Nährsubstanzen reichen Keimblättern, z. B. Bohnen, durch Vegetiren in bloßem Wasser zum Blühen, ja zum

Ansetzen kleiner Samen zu bringen; allein diese Entwickelung ist meistens nicht mit einer merklichen Zunahme an Masse verbunden, sondern beruht auf einem einfachen Wandern der Samenbestandtheile.

Die Ernährung ist ein Aneignungsproceß der Nahrung; eine Pflanze wächst, wenn sie an Masse zunimmt, und ihre Masse vermehrt sich, indem sie von Außen Stoffe aufnimmt, die ihrer Natur nach geeignet sind, zu Bestandtheilen des Pflanzenkörpers zu werden und die Thätigkeiten zu unterhalten, welche ihren Uebergang bedingen.

Die Knospe an einer Kartoffelknolle verhält sich zu den Bestandtheilen der Knolle, wie der Keim an einem Getreidesamen zu dem Mehlkörper; indem sie sich zu der jungen Pflanze entwickelt, wird das Stärkmehl, die stickstoffhaltigen und Mineralbestandtheile des Saftes der Knolle zur Bildung der jungen Stengel und Blätter verbraucht. An einer Kartoffel, die in dickem Papier eingewickelt in einer Schachtel in dem chemischen Laboratorium zu Gießen an einem vollkommen dunklen trockenen warmen Orte, wo die Luft nur wenig wechselte, lag, hatte sich aus jeder Knospe ein einfacher, weißer, viele Fuß langer Trieb entwickelt ohne Spur von Blättern, an welchem Hunderte von kleinen Kartoffeln saßen, welche ganz dieselbe innere Beschaffenheit wie die in einem Felde gewachsenen Knollen besaßen, die aus Cellulose bestehenden Zellen waren mit Stärkekörnchen angefüllt; es ist gewiß, daß die Stärke der Mutterkartoffel sich nicht fortbewegen konnte, ohne löslich zu werden, aber es kann nicht minder bezweifelt werden, daß in den sich entwickelnden Trieben eine Ursache vorhanden war, welche die in Lösung übergegangenen Bestandtheile der Mutterknolle beim Ausschluß aller äußeren Ursachen, welche das Wachsen bedingen, wieder rückwärts in Cellulose und Stärkekörnchen verwandelt hat.

Die Bedingungen zur Entwickelung eines Samenkeims sind Feuchtigkeit, ein gewisser Wärmegrad und Zutritt der Luft; beim Ausschluß von einer dieser Bedingungen keimt der Same nicht. Durch den Einfluß der Feuchtigkeit, welche der Same einsaugt und durch welche er anschwillt, stellt sich ein chemischer Proceß ein; einer der stickstoffhaltigen Bestandtheile des Samens wirkt auf die anderen und das Stärkmehl und macht sie in Folge einer Umsetzung ihrer Elementartheilchen löslich, aus dem Kleber entsteht Pflanzeneiweiß, aus dem Stärkmehl und Oel entsteht Zucker. Wenn der Sauerstoff der Luft hierbei ausgeschlossen ist, so gehen diese Veränderungen nicht, oder in anderer Weise vor sich; in Wasser untergetaucht oder in einem Boden mit stehendem Wasser, welches den freien Zutritt der Luft abschließt, entwickelt sich der Blattkeim der Landpflanzen nicht. Aus diesem Grunde erhalten sich manche Samen, welche tief in der Erde, oder dem Schlamme von Morästen liegen, viele Jahre, ohne zu keimen, obwohl Feuchtigkeit und Temperatur günstig sind. Häufig bedeckt sich die Erde aus Morästen, an die Luft gebracht oder aus dem tiefen Untergrund aufgepflügt, mit einer Vegetation aus Samen, welche zu ihrer Entwickelung des freien Zutritts der Luft bedurfte. Bei einer niederen Temperatur wird der Antheil, den die Luft an dem Keimungsproceß nimmt, aufgehoben oder verlangsamt, beim Steigen derselben und hinlänglichem Wasserzutritt werden die chemischen Umwandlungen im Samen beschleunigt. Kein Same keimt unter 0°, ein jeder bei einer bestimmten Temperatur, daher in bestimmten Jahreszeiten. Die Samen von Vicia faba, Phaseolus vulgaris und des Mohns verlieren bei 35° getrocknet ihre Keimkraft, die von Gerste, Mais, Linse, Hanf und Lattich behalten sie dabei, und Weizen, Roggen, Wicke und Kohl behalten sie noch bei 70°.

Während des Keimens wird Sauerstoff aus der Luft in

der Umgebung des Samens aufgenommen und ein gleiches Maß Kohlensäure entwickelt.

Wenn man Samen in Gläsern keimen läßt, auf deren inneren Seite ein Streifen von Lackmuspapier befestigt ist, so wird dieses durch ausschwitzende Essigsäure geröthet, oft in ganz kurzer Zeit; am stärksten und rascheſten fand die Entwickelung von freier Säure statt beim Keimen von Cruziferen, Kohl, Rüben (Becquerel, Edwards). Sicher ist, daß der flüssige Zelleninhalt der Wurzeln, sowie der Saft der meisten Pflanzen sauer reagirt, von einer nicht flüchtigen Säure; der Saft junger Frühlingstriebe vom Weinstock giebt beim Abdampfen eine reichliche Krystallisation von saurem weinsaurem Kali.

Die Versuche von Decandolle und Macaire, welche bis jetzt nicht widerlegt sind, zeigen, daß starke Pflanzen von Chondrilla muralis sowie von Phaseolus vulgaris, die man, nachdem sie mit ihren Wurzeln aus der Erde genommen, in Wasser vegetiren ließ, nach acht Tagen dem Wasser eine gelbliche Farbe, einen opiumartigen Geruch und herben Geschmack ertheilten, während die Wurzel an dem Stengel abgeschnitten und beide in Wasser gestellt an das Wasser keine von den Substanzen abgaben, welche die ganze Pflanze abgegeben hatte.

Lattich und andere Pflanzen, die man, aus der Erde genommen, mit ihren durch Waschen vorher gereinigten Wurzeln in blauer Lackmustinktur vegetiren läßt, wachsen darin fort und zwar, wie es scheint, auf Kosten der Bestandtheile der unteren Blätter, welche abwelken; nach drei bis vier Tagen färbt sich die Lackmustinktur roth und die Röthung verschwindet beim Kochen, wonach es scheint, daß die Wurzeln Kohlensäure abgesondert hatten; bleiben die Pflanzen länger in der Lackmustinktur stehen, so zersetzt sie sich und wird neutral und farblos, während sich der Farbstoff, in Flocken abgeschieden, um die Wurzelfasern anlegt.

Von der ersten Bewurzelung einer Pflanze hängt ihre Entwickelung ab und es ist darum die Wahl der geeigneten Samen für die künftige Pflanze von der größten Wichtigkeit. Unter den Körnern derselben Weizensorte, welche im nämlichen Jahre und auf demselben Boden geerntet worden ist, bemerkt man große und kleine Körner und unter beiden solche, welche beim Zerbrechen eine mehlige, während andere eine hornige Beschaffenheit zeigen; die einen sind vollkommener, die anderen weniger vollkommen ausgebildet. Dies rührt daher, daß auf demselben Felde nicht alle Halme gleichzeitig Aehren treiben und blühen, und daß viele derselben Samen ansetzen, die in ihrer Reife anderen weit voran sind; die Samen der einen bilden sich selbst in ungünstiger Witterung vollkommener aus wie die der anderen Pflanzen. Ein Gemenge von Samen, welche ungleich in ihrer Ausbildung sind, oder welche ungleiche Mengen von Stärkmehl, Kleber und unorganischen Stoffen enthalten, geben gesäet eine Vegetation, welche ebenso ungleich wie die frühere, von der sie stammen, in ihrer Entwickelung ist.

Die Stärke und Anzahl der Wurzeln und Blätter, die sich beim Keimungsprocesse bilden, steht in Beziehung auf ihre stickstofffreien Bestandtheile im Verhältniß zu dem Reichthum an Stärkmehl im Samen, aus welchem sie entstehen. Ein an Stärkmehl armer Same keimt in ähnlicher Weise, wie ein daran reicher, bis aber der erstere eben soviel oder ebenso starke Wurzeln und Blätter in Folge von Nahrungsaufnahme von Außen gebildet hat, ist die Pflanze, die aus dem stärkmehlreicheren Samen entstand, um ebenso viel voran; ihre Nahrung aufnehmende Oberfläche ist von Anfang an größer geworden und ihr Wachsthum steht damit im Verhältniß.

Verkrüppelte oder in ihrer Ausbildung verkümmerte Samen

geben verkümmerte Pflanzen und liefern Samen, welche zum großen Theil denselben Charakter an sich tragen.

Dem Gärtner und Blumenzüchter ist die naturgesetzliche Beziehung der Beschaffenheit des Samens zur Hervorbringung einer Pflanze, welche die vollen, oder nur gewisse Eigenschaften ihrer Art an sich trägt, ebenso bekannt wie dem Viehzüchter, welcher zur Fortpflanzung und Vermehrung nur die gesundesten und die zu seinen Zwecken bestausgebildeten Thiere wählt. Der Gärtner weiß, daß die in einer Schote von einer Levkoyenpflanze eingeschlossenen platten und glänzenden Samen hochaufgeschossene Pflanzen mit einfachen, und die runzelichen, wie verkrüppelt aussehenden Körner niedere Pflanzen mit durchweg gefüllten Blumen liefern.

Durch den Einfluß des Bodens und des Klimas entstehen die verschiedenen Abarten, welche gleich Racen gewisse Eigenthümlichkeiten in sich tragen und durch die Samen beim Gleichbleiben der Bedingungen sich fortpflanzen; in einem andern Boden oder in anderen klimatischen Verhältnissen verliert die Abart wieder eine oder die andere ihrer Eigenthümlichkeiten.

Der Einfluß der Bodenbeschaffenheit auf die Erzeugung von Varietäten zeigt sich am häufigsten bei Samen, welche unverdaut durch den Darmcanal der sie fressenden Thiere hindurchgehen und welche eine verschiedenartige Düngung empfangen, je nachdem sie zugleich mit den verschiedenen Excrementen verschiedener Thiere dem Boden zurückgegeben werden, wie z. B. bei Byrsonima verbascifolia (v. Martius).

In der Wahl der Saatfrüchte oder Samen ist die Berücksichtigung des Bodens und Klimas, von dem sie stammen, immer von Wichtigkeit. Für einen reichen Boden hält man in England Weizensamen von einem armen vorzugsweise geeignet, und der Rübsamen aus kälteren Gegenden oder Lagen giebt in wärmeren sichere Ernten. Der Kleesame und Hafer aus Gebirgsländern

wird dem aus Ebenen vorgezogen. Der Weizen aus Odessa und aus dem Banat (Ungarn) wird auch in kälteren Gegenden geschätzt. Am Oberrhein beziehen die Landwirthe ihren Hanfsamen aus Bologna und Ferrara.

Ebenso legen viele deutsche Landwirthe, zur Erzielung hochaufgeschossener gleich hoher Flachspflanzen auf den Leinsamen aus Kur- oder Livland einen besondern Werth, wo die Boden- und klimatischen Verhältnisse, namentlich ein kurzer warmer Sommer, die Blüthe- und Fruchtperiode mehr zusammendrängt, so daß die Blüthen gleichzeitig und gleichmäßig befruchtet werden und reifen und vollkommenen Samen bilden.

Der Einfluß der Witterung zur Zeit der Blüthe auf die Samenbildung ist Jedermann bekannt. Wenn nach dem Beginn der Blüthe durch eintretende kalte Witterung oder Regen die Entwickelung des Blüthenstandes verlängert wird, so setzen die später befruchteten Blüthen keine Samen an, weil die hierzu nöthige Nahrung von den zuerst befruchteten zu ihrer Ausbildung verwendet wird und es lohnen manche Pflanzen die Cultur überhaupt nicht, wenn die ausreifenden (klimatischen) Verhältnisse nur Theile des Blüthenstandes, nicht aber die ganze Pflanze zum Abschluß bringen.

Auch bei dem Hafer entwickeln sich häufig, von den Blattachsen aus, bei warmer und feuchter Witterung Seitenzweige, während am Hauptthalm sich schon Aehren bilden, woher es kommt, daß am Ende der Vegetationszeit die Pflanze reife und unreife Samen trägt.

Der Boden übt durch seine Lockerheit und Festigkeit einen Einfluß auf die Bewurzelung aus. Die feinen, oft mit Korksubstanz bekleideten Wurzelfasern verlängern sich, indem sich an ihrer Spitze neue Zellen bilden, und müssen einen gewissen Druck ausüben, um sich einen Weg durch die Erdtheilchen zu bahnen; in

allen Fällen verlängert sich die Wurzelfaser in der Richtung hin, wo sie den schwächsten Widerstand zu überwinden hat, und die Verlängerung der Wurzelfaser setzt nothwendig voraus, daß der Druck, mit dem die sich bildenden Zellen die Erdtheile auf die Seite schieben, um etwas größer ist, als ihr Zusammenhang. Nicht bei allen Pflanzen ist die Kraft, mit welcher ihre Wurzelfasern den Boden durchdringen, gleich stark. Pflanzen, deren Wurzeln aus sehr feinen Fasern bestehen, entwickeln sich in einem zähen, schweren Boden nur unvollkommen, in welchem andere, welche starre und dickere Wurzelfasern zu bilden vermögen, mit Ueppigkeit gedeihen. Der Widerstand, den der Boden der Verbreitung der letzteren entgegensetzt, ist zunächst der Grund ihrer Verstärkung.

Unter den Getreidearten bildet der Weizen bei einer verhältnißmäßig schwachen Wurzelverzweigung in der Ackerkrume die stärksten Wurzeln, welche oft mehrere Fuß tief in den Untergrund eindringen; eine gewisse Festigkeit der Bodenoberfläche ist seiner Wurzelentwickelung günstig. Es sind Fälle bekannt, wo Stücke eines Weizenfeldes im Winter durch Pferde so sehr zusammengetreten waren (was in den Fuchsjagddistricten Englands nicht ungewöhnlich ist), daß eine jede Spur von einer Weizenpflanze zerstört war, während die Ernte gerade auf diesem Stücke im folgenden Jahre die der anderen weit übertraf. Einen solchen Eingriff kann offenbar nur eine Pflanze bestehen, deren Hauptwurzeln sich in den tieferen Schichten der Ackerkrume abwärts verbreiten. Die Haferpflanze steht in Beziehung auf die Wurzelentwickelung und deren Fähigkeit, den Boden zu durchdringen, der Weizenpflanze am nächsten, sie gedeiht in einem Boden von einer gewissen Festigkeit, da aber ihre Wurzeln auch in der obersten Bodenschicht eine Menge ernährende seitliche feine Verzweigungen bilden, so muß diese eine gewisse Lockerheit

besitzen; ein offener loser Lehmboden, auch wenn er nur eine geringe Tiefe besitzt, ist vorzugsweise für die Gerste geeignet, welche ein Wurzelbündel von feinen, verhältnißmäßig kurzen Fasern bildet. Die Erbsen verlangen einen lockern, wenig zusammenhängenden Boden, welcher der Verbreitung ihrer weichen Wurzeln auch in tieferen Schichten günstig ist, während die starken holzigen Wurzeln der Saubohnen auch in einem strengen und festeren Boden nach allen Richtungen hin sich verzweigen. Klee und die Samen von Gräsern oder überhaupt solche, welche eine geringe Masse besitzen, treiben im Anfang schwache Wurzeln von geringer Ausdehnung und bedürfen um so mehr Sorgfalt in Beziehung auf die Zubereitung des Bodens, um ihr gesundes Wachsthum zu sichern. Der Druck einer Erdschicht von $1/2$ bis 1 Zoll Dicke bewirkt schon, daß der ins Land gebrachte Same sich nicht mehr entwickelt. Die Erde, welche den Samen bedeckt, muß eben nur hinreichen, um die zum Keimen nöthige Feuchtigkeit zurückzuhalten. Man findet es darum vortheilhaft, den Klee gleichzeitig mit einer Kornpflanze einzusäen, welche früher und rascher sich entwickelt und deren Blätter die junge Kleepflanze beschatten und sie vor der allzustarken Einwirkung des Sonnenlichts schützen, wodurch sie mehr Zeit zur Ausbreitung und Entwickelung ihrer Wurzeln gewinnt. Die Beschaffenheit der Wurzeln*) der Rüben und Knollengewächse deutet schon die Orte im Boden an, von denen aus sie die Hauptmasse ihrer Bodennahrung empfangen; die Kartoffeln bilden sich in den obersten Schichten der Ackerkrume, die Wurzeln der Runkelrübe und Turnipsarten verzweigen sich tief in den Untergrund, sie gedeihen am Besten in einem lockeren tiefgrundigen, aber auch in einem von Natur strengen und zusammenhängenden Boden,

*) Unter Wurzeln sind hier und in dem Folgenden stets die unterirdischen Organe der Pflanzen verstanden.

wenn derselbe eine gehörige Vorbereitung empfangen hat; unter den Turnipsarten zeichnet sich die schwedische Varietät vor anderen durch die größere Anzahl von Wurzelfasern aus, die der Wurzelstock in die Erde sendet, und die Mangoldwurzel mit ihren starken, mehr holzigen Wurzelfasern ist noch besser wie die schwedische Turnips für den schweren Lehmboden geeignet.

Ueber die Länge der Wurzeln hat man nur eine geringe Zahl von Beobachtungen gemacht. In einzelnen Fällen zeigte sich, daß die Luzerne bis 30 Fuß, der Raps über 5, der Klee über 6 Fuß, die Lupine über 7 Fuß lange Wurzeln treiben.

Die Bekanntschaft mit der Bewurzelung der Gewächse ist die Grundlage des Feldbaues; alle Arbeiten, welche der Landwirth auf seinem Boden verwendet, müssen genau der Natur und Beschaffenheit der Wurzel der Gewächse angepaßt sein, die er cultiviren will; für die Wurzel vermag er allein Sorge zu tragen, auf das, was sich daraus entwickelt, kann er keinen Einfluß mehr ausüben, und er ist darum nur des Erfolges seiner Bemühungen versichert, wenn er den Boden in der rechten Weise für die Entwickelung und Thätigkeit der Wurzeln zubereitet hat. Die Wurzel ist nicht bloß das Organ, durch welches die wachsende Pflanze die zu ihrer Zunahme nothwendigen unverbrennlichen Elemente aufnimmt, sondern sie ist in einer andern nicht minder wichtigen Function dem Schwungrade an einer Maschine gleich, welches die Arbeit derselben regelt und gleichförmig macht, in ihr speichert sich das Material an, um den Bedürfnissen der Pflanze je nach den äußeren Anforderungen der Wärme und des Lichtes das zu dem Abschluß der Lebensacte nöthige Material zu liefern.

Alle Pflanzen, welche den Landschaften ihren eigenthümlichen Charakter verleihen und die Ebenen und Bergabhänge mit dauerndem Grün bekleiden, besitzen je nach der geologischen oder

physikalischen Beschaffenheit des Bodens eine für ihre Dauer und Verbreitung wunderbar angepaßte Wurzelentwickelung.

Während sich die jährigen Gewächse nur durch Samen fortpflanzen und vermehren und immer eine wahre Wurzel haben, die sich an ihrer Einfachheit, Knospenlosigkeit und verhältnißmäßig nicht weit ausstreichenden Befaserung erkennen läßt, verjüngen und verbreiten sich die Rasen- und Wiesenpflanzen durch Wurzelausschläge von einer besonderen Beschaffenheit, und es ist bei vielen die Verbreitung unabhängig von der Samenbildung.

Aehnlich wie die, sehr rasch große Bodenflächen bedeckende Erdbeere über dem Wurzelknoten neben dem Hauptstengel Nebenstengel entwickelt, die als dünne Ranken auf der Erde hinkriechen und an gewissen Stellen Knospen und Wurzeln treiben, die sich zu selbstständigen Individuen entwickeln, verbreiten sich die dauernden Unkrautpflanzen, zu denen die Wiesen- und Rasenpflanzen hier gerechnet sind, durch entsprechende unterirdische Organe. Die Kriechwurzeln der Quecken (Triticum repens), des Sandroggens (Elymus arenarius), des Wiesenklees (Trifolium pratense), des Leinkrauts (Linaria vulgaris) verbreiten durch Wurzelausschläge die Pflanze nach allen Richtungen von der Mutterpflanze. Das Wiesenrispengras (Poa pratensis) pflanzt sich durch einen Mutterstock fort, der aus wahren Wurzeln, aus angewurzelten Rankensprossen und Kriechtrieben besteht; das Raigras (Lolium) bestockt sich auf festem Boden durch Wurzelausschläge, auf lockerem durch Rasentriebe. Das Lieschgras (Phleum) sieht man bald knollig, bald vielköpfig zum Kriechen und zur Mutterstockbildung geneigt. Das Timothygras bestockt sich schon im ersten Jahre und bildet im zweiten bald knollige, bald vielköpfige Mutterstöcke, welche Kriechtriebe nach allen Richtungen aussenden; in gleicher Weise ver-

breitet sich das Wiesenrispengras theils durch knospende Kriechtriebe, theils durch Rankensprossen.

Die Vergleichung der Lebensacte der einjährigen, zweijährigen und dauernden Pflanze zeigt, daß die organische Arbeit in der dauernden vorzugsweise auf die Wurzelbildung gerichtet ist.

Der im Herbst in die Erde gebrachte Same der Spargelpflanze entwickelt vom Frühling an bis Ende Juli des nächsten Jahres, in einem fruchtbaren Boden, eine etwa fußhohe Pflanze, deren Stengel, Zweige und Blätter von da an keine weitere Zunahme wahrnehmen lassen. Von eben diesem Zeitpunkte an bis zum August würde die jährige Tabackspflanze einen mehrere Fuß hohen, mit zahlreichen breiten Blättern besetzten Stengel, die Rübenpflanze eine breite Blätterkrone entwickelt haben.

Der in der Spargelpflanze eingetretene Stillstand im Wachsthum ist aber nur scheinbar, denn von dem Augenblicke an, wo ihre äußeren Organe der Ernährung entwickelt sind, nimmt die Wurzel an Umfang und Masse in weit größerem Verhältniß zu den oberirdischen Organen als wie bei der Tabackspflanze zu. Die Nahrung, welche die Blätter aus der Luft und die Wurzeln aus dem Boden aufgenommen haben, wandert, nachdem sie sich zu Bildungsstoffen umgewandelt hat, den Wurzeln zu und es sammelt sich in ihnen nach und nach ein solcher Vorrath davon, daß die Wurzel im darauf folgenden Jahre aus sich selbst heraus, und ohne einer Zufuhr von Nahrung aus der Atmosphäre zu bedürfen, das Material zum Aufbau einer neuen vollkommenen Pflanze mit einem um die Hälfte höheren Stengel und einer vielmal größeren Anzahl von Zweigen und Blättern liefern kann, deren organische Arbeit während des zweiten Jahres wieder in der Erzeugung von Producten aufgeht, die sich in der Wurzel ablagern und, dem größeren Umfange der Ernährungs-

organe entsprechend, in weit größerer Menge anhäufen, als sie abgegeben hat.

Dieser Vorgang wiederholt sich im dritten und vierten Jahre und im fünften und sechsten ist das in den Wurzeln bestehende Magazin ausgiebig genug geworden, um im Frühling bei warmer Witterung drei, vier und mehr fingerdicke Stengel zu treiben, die sich in zahlreiche, mit Blättern bedeckte Aeste verzweigen.

Die vergleichende Untersuchung der grünen Spargelpflanze und ihrer im Herbst absterbenden Stengel scheint darauf hinzudeuten, daß am Ende ihrer Vegetationszeit der Rest der in den oberirdischen Organen noch vorhandenen löslichen, oder der Lösung fähigen und für eine künftige Verwendung geeigneten Stoffe abwärts nach der Wurzel wandert; die grünen Pflanzentheile sind verhältnißmäßig reich an Stickstoff, an Alkalien und phosphorsauren Salzen, die in den abgestorbenen Stengeln nur in geringer Menge nachweisbar sind. Nur in den Samen bleiben verhältnißmäßig große Mengen von phosphorsaurer Erde und Alkalien zurück, offenbar nur der Ueberschuß, den die Wurzeln für das künftige Jahr nicht weiter bedürfen.

Die unterirdischen Organe der dauernden Pflanzen sind die sparsamen Sammler aller für gewisse Functionen nothwendigen Lebensbedingungen; wenn es der Boden gestattet, so nehmen sie immer mehr ein, als sie ausgeben, sie geben niemals alles aus, was sie eingenommen haben; ihre Blüthe und Samenbildung tritt dann ein, wenn sich ein gewisser Ueberschuß von phosphorsauren Salzen in der Wurzel angesammelt hat, den sie abgeben kann, ohne ihr Bestehen zu gefährden; durch eine reichliche Zufuhr von Nahrungsstoffen vermittelst Dünger wird die Entwickelung der Pflanze nach der einen oder andern Richtung hin beschleunigt. Aschendüngung ruft aus der Grasnarbe die kleearti-

gen Gewächse hervor, bei einer Düngung mit saurem phosphorsauren Kalk entwickelte sich Halm an Halm französisches Raigras.

Bei allen dauernden Pflanzen überwiegen die unterirdischen Organe an Umfang und Masse in der Regel bei weitem die der jährigen Gewächse. Die Letzteren verlieren in jedem Jahre ihre Wurzeln, während die perennirende Pflanze sie behält, bereit in jeder günstigen Zeit zur Aufnahme und Vermehrung ihrer Nahrung.

Der Umkreis, aus welchem die perennirende Pflanze ihre Nahrung empfängt, erweitert sich von Jahr zu Jahr; wenn ein Theil ihrer Wurzeln an irgend einer Stelle nur wenig Nahrung vorfindet, so ziehen andere ihren Bedarf von anderen daran reicheren Stellen.

Nur der kleinste Theil der Pflanzen auf einem Rasenstück einer dicht bestandenen Wiese bildet Halme, die meisten nur Blätterbüschel; manche ist Jahre lang auf unterirdische Sprossenbildung beschränkt.

Für die dauernden Wiesen- und Rasenpflanzen ist die Bildung unterirdischer Sprossen von der größten Bedeutung, weil durch sie die Pflanze mit Nahrung versehen wird in einer Zeit, wo Mangel an Zufuhr das Leben des einjährigen Gewächses gefährden würde.

Ein guter Boden und die anderen Bedingungen des Pflanzenlebens wirken auf die perennirende Pflanze nicht minder günstig als auf die einjährige ein, allein ihre Entwickelung hängt nicht in demselben Grade von zufälligen und vorübergehenden Witterungsverhältnissen ab; in ungünstigen Verhältnissen wird ihr Wachsthum der Zeit nach zurückgehalten; sie vermag die günstigen abzuwarten und während in ihrem Wachsthum einfach ein Stillstand eintritt, hat das einjährige Gewächs die Grenze seines Lebens erreicht und stirbt ab.

Die Dauer und Sicherheit der Erträge unserer Wiesen

unter abwechselnden Witterungs- und Bodenverhältnissen liegt in der großen Anzahl von Pflanzen, die sich auf einer niederen Stufe ihrer Entwickelung zu erhalten vermögen. Während die eine Pflanzenart sich nach Außen entwickelt, blüht und Samen trägt, sammelt eine zweite und dritte abwärts die Bedingungen eines gleichen zukünftigen Gedeihens; die eine scheint zu verschwinden und einer zweiten und dritten Platz zu machen, bis auch für sie die Bedingungen einer vollkommenen Entwickelung wiedergekehrt sind.

Die Holzpflanzen wachsen und entwickeln sich in ganz ähnlicher Weise wie die Spargelpflanze, mit dem Unterschiede jedoch, daß sie am Ende ihrer Vegetationsperiode ihren Stamm nicht verlieren. Ein Eichstämmchen von 1½ Fuß Höhe zeigte eine Wurzel von über 3 Fuß Länge. Der Stamm selbst dient mit der Wurzel als Magazin für den zur vollen Wiederherstellung aller äußeren Organe der Ernährung im künftigen Jahre aufgespeicherten Bildungsstoff. Abgehauene Stämme von Linden, Erlen oder Weiden, wenn sie an schattigen und feuchten Orten liegen, schlagen häufig nach Jahren noch aus und treiben viele fußlange mit Blättern besetzte Zweige.

In den Pausen, welche im Samentragen der Waldbäume eintreten, verhalten sie sich ähnlich wie die größte Anzahl der perennirenden Gewächse, die, auf einem kargen Boden wachsend, die zur Fruchtbildung nothwendigen Bedingungen nur in mehrjährigen Fristen anzusammeln vermögen (Sendtner, Ratzeburg.)

Der Verlust an unorganischen Nahrungsstoffen, den die Laubhölzer durch das Abwerfen der Blätter erleiden, ist gering. Wenn die Blätter ihre volle Ausbildung erreicht haben, so füllen sich die Rindenzellen mit einer reichlichen Menge von Stärkmehl an, während dieses aus den Zellen des Blattstielwulstes

völlig verschwindet (H. Mohl). Schon geraume Zeit vor dem Abfallen der Blätter tritt eine beträchtliche Abnahme ihrer Saftfülle ein, während die Rinde der Zweige um diese Zeit oft auffallend von Saft strotzt (H. Mohl). In Uebereinstimmung hiermit zeigt die Analyse der Asche der Blätter, daß der Alkali- und Phosphorsäuregehalt unmittelbar vor dem Abfallen abnimmt; die abgefallenen Blätter enthalten, auf die Blättermasse berechnet, so geringe Mengen davon, daß sich die Schädlichkeit des Waldstreurechens durch ihre Hinwegnahme kaum erklären läßt (s. Anhang A).

Eine ähnliche Rückleitung der Assimilationsproducte scheint bei den Gräsern stattzuhaben; wenn durch die steigende Hitze des Sommers die Blätter abwelken, so zeigt die chemische Analyse in den gelbgewordenen Blättern kaum noch Spuren von Stickstoff, von phosphorsauren Salzen und Alkalien an, so wie dann der Instinkt der Thiere jede Art von abgefallenen Blättern als Nahrungsmittel verschmäht.

In der ein- und zweijährigen Pflanze geht die organische Arbeit in der Samen- und Fruchterzeugung auf, mit welcher die Thätigkeit der Wurzel ihr Ende erreicht; die Samenerzeugung ist bei den dauernden eine mehr zufällige Bedingung ihres Fortbestehens.

Die zweijährige Pflanze kann mehr Zeit als die einjährige auf die Ansammlung des nothwendigen Materials für die Samen- und Früchtebildung und damit für den Abschluß ihres Lebens verwenden, aber die Periode, in welcher dies geschieht, hängt von zufälligen Witterungsverhältnissen und von der Beschaffenheit des Bodens ab.

Das einjährige Gewächs bildet sich in seinen Theilen gleichmäßig aus; die täglich aufgenommene Nahrung wird zur Vergrößerung der ober- und unterirdischen Organe verwendet, die in

eben der Zeit mehr aufnehmen, als ihre auffaugende Oberfläche sich vergrößert hat. Mit ihrem Wachsen vermehren sich die in der Pflanze selbst liegenden Bedingungen zum Wachsen, welche in eben dem Verhältnisse sich wirksam zeigen, als die äußeren Bedingungen günstig sind.

Die Entwickelung des zweijährigen Wurzelgewächses zerfällt deutlich in drei Perioden; in der ersten bilden sich vorzugsweise die Blätter, in der zweiten die Wurzeln aus, in denen sich die zur Entwickelung der Blüthe und Frucht in der dritten Periode dienenden Stoffe anhäufen.

Die Untersuchung der Turnipsrübe von Anderson in ihren verschiedenen Stadien ihrer Entwickelung giebt ein anschauliches Bild der ungleichen Richtungen der Thätigkeit eines zweijährigen Gewächses (Journal of agric. and transactions of the highland soc. No. 68 und No. 69 new series 5).

Diese Versuche erstreckten sich auf die Bestimmung der Pflanzenmasse der auf einem Acre Feld gewachsenen Rübenpflanzen. Sie wurden in vier Wachsthumszeiten oder Stadien geerntet, die ersten am 7. Juli, dann am 11. August, 1. September und 5. October; die folgende Tabelle enthält das Gewicht der Blätter und Wurzeln in Pfunden, auf 1 Acre berechnet, am Ende der verschiedenen Stadien.

	Gewicht der geernteten		
	Blätter.	Wurzeln.	
I. Ernte in 32 Tagen	219	7,2	Pfd.
II. „ „ 67 „	12793	2762	„
III. „ „ 87 „	19200	14400	„
IV. „ „ 122 „	11208	36792	„

Diese Verhältnisse der erzeugten Blätter- und Wurzelmasse zeigen, daß in der ersten Hälfte der Vegetationszeit (67 Tage)

die organische Arbeit in der Rübenpflanze vorzugsweise auf die Herstellung und Ausbildung der äußeren Organe gerichtet ist.

Vom 7. Juli an bis zum 11. August nehmen die Pflanzen in 35 Tagen um 12574 Pfund Blätter und 2755 Pfund Wurzeln zu, oder tägliche Zunahme:

Blätter.	Wurzeln.
359 Pfund.	78 Pfund.

In diesem Stadium war die Blattbildung in dem Verhältniß vorherrschend, daß von 11 Gewichttheilen der aufgenommenen Nahrung 9 Gewichttheile in die Form von Blättern und nur 2 Gewichttheile in die Form von Wurzeln verwandelt wurden.

Ein ganz anderes Verhältniß zeigt sich in dem dritten Stadium, in welchem das Gewicht der Blätter sich in 20 Tagen um 6507 Pfund, das der Wurzeln um 11638 Pfund vermehrt hatte, oder:

	Blätter.	Wurzeln.
Tägliche Zunahme:	325 Pfund.	582 Pfund.

In diesem dritten Stadium nehmen die Pflanzen etwas mehr wie doppelt so viel Nahrung auf, als an einem Tage des vorangegangenen Stadiums, und es muß diese steigende Zunahme im Verhältniß stehen zu der täglich sich vergrößernden Wurzel- und Blattoberfläche, aber die aufgenommene Nahrung vertheilte sich in der Pflanze in ganz anderer Weise. Von 25 Gewichttheilen der aufgenommenen und verarbeiteten Nahrung blieben nur 9 Gewichttheile in den Blättern, die übrigen 16 Gewichttheile dienten zur Vergrößerung der Wurzelmasse.

In eben dem Grade, als die Blätter der Grenze ihrer Entwickelung sich näherten, nahm ihr Vermögen ab, die übergegangene Nahrung zu ihrem weiteren Aufbau zu verwenden, und

sie lagerte sich, in Bildungsstoffe verwandelt, in den Wurzeln ab. Die nämlichen Nahrungsstoffe, die, so lange die Blättermasse zunahm, zu Blättern wurden, wurden jetzt zu Wurzelbestandtheilen.

Dieses Wandern der Blätterbestandtheile und ihr Uebergang in Wurzelbestandtheile scheint sich in dem vierten Stadium am deutlichsten zu zeigen. Das Totalgewicht der Blätter, welches am 1. September noch 19200 Pfund betrug, verminderte sich um 7992 Pfund oder in 35 Tagen täglich um 228 Pfund, oder von 34 Blättern starben 10 ab, während die Wurzeln im Ganzen um 22392 Pfund oder täglich um 640 Pfund, also mehr noch als an einem Tage der vorhergegangenen Wachsthumszeit zunahmen.

Mit der Temperatur und dem einwirkenden Sonnenlicht im vorschreitenden Herbste nahm offenbar die organische Thätigkeit der Blätter ab, und etwas mehr als ein Drittel des ganzen Vorrathes des darin angehäuften Bildungsmaterials wanderte in den Wurzelstock und häufte sich darin für eine künftige Verwendung an.

Vergleicht man die tägliche Einnahme an Stickstoff, Phosphorsäure, Kali, Kochsalz und Schwefelsäure in den letzten 90 Tagen der auf 1 Acre Feld wachsenden Rübenpflanzen, so ergiebt sich aus Anderson's Versuchen, daß sie aufgenommen haben an jedem Tag:

Einnahme der ganzen Pflanze an einem Tag

	der IIten,	der IIIten,	der IVten Wachsthumszeit.	
Pflanzenmasse	437	907	417	Pfunde
Stickstoff . .	1,15	0,695	1,21	»
Phosphorsäure	0,924	1,10	1,25	»
Kali . . .	1,41	4,04	3,07	»
Schwefelsäure	1,12	1,57	1,52	»
Kochsalz . .	0,84	1,98	1,11	»

Tägliche Zunahme der Wurzeln in der IVten Wachsthumszeit.

	Phosphorsäure.	Kali.	Schwefelsäure.	Kochsalz.
Vom Boden geliefert	1,25	3,07	1,52	1,10
v. d. Blättern »	0,41	1,56	0,51	0,53
	1,66	4,63	2,03	1,63.

Diese Zahlen ergeben, daß die Menge Phosphorsäure, welche täglich von den auf einem Acre Feld wachsenden Rübenpflanzen aufgenommen wird, vom Anfang der zweiten bis zum Ende der vierten Wachsthumszeit, in 90 Tagen von 0,924 auf 1,25 Pfund per Tag steigt, von einem Tag zum andern macht dies den geringen Unterschied von 0,0037 Pfund aus.

Anderson vermuthet, daß seine Stickstoffbestimmung der Blätter in dem dritten Stadium mit einem Fehler behaftet und zu niedrig ausgefallen sei. Nimmt man die Stickstoffmenge in den beiden letzten Stadien zusammen (55 Tage), so kommen auf den Tag 1,02 Pfund Stickstoff oder nahe ebenso viel als auf einen Tag der vorhergehenden Wachsthumszeit.

Die Menge des Kalis stieg vom 11. August bis 1. September in etwas größerem Verhältnisse als die erzeugte Pflanzenmasse; vom 1. September bis 5. October war die Zunahme der Wurzeln nahe doppelt so groß als in der vorhergehenden Wachsthumszeit, allein es fand ein Wandern der Kaliverbindungen aus den Blättern nach den Wurzeln hin statt. Man bemerkt deutlich, daß die Zunahme an Kali mit der Bildung des Zuckers und der anderen stickstofffreien Bestandtheile der Wurzeln in einer gewissen Beziehung steht, ohne aber daß sich ein bestimmtes Verhältniß ergiebt. Die Aufnahme an Schwefelsäure stieg gleichmäßig in den drei letzten Stadien, die des Kochsalzes fand in dem dritten in einem etwas größeren Verhältniß statt, als in der zweiten und vierten Wachsthumszeit.

Ohne die Rolle, welche diese verschiedenen Mineralstoffe, sowie der Kalk, die Bittererde und das Eisen in dem Vegetations-

proceß spielen, näher bezeichnen zu wollen, bemerkt man deutlich, daß die Aufnahme derselben, das Kali ausgenommen, von Tag zu Tag sehr gleichmäßig war und jeden folgenden Tag etwas mehr als den vorhergehenden betrug, entsprechend der täglich bis zum vierten Stadium sich vergrößernden, Nahrung aufnehmenden Oberfläche. Die schwächste Zunahme zeigt die Phosphorsäure und der Stickstoff, beide sind für die in der Rübenpflanze vor sich gehenden Bildungsprocesse gleich nothwendig gewesen und dienten offenbar zur Vermittelung einer mächtigeren Thätigkeit, deren Wirkung in der Erzeugung und Vermehrung der stickstofffreien Bestandtheile offenbar ist.

Wenn man die Menge der aufgenommenen Mineralsubstanzen als einen Maßstab ihrer Bedeutung für die in der Pflanze vor sich gehende organische Arbeit ansieht, so wird man der Schwefelsäure und dem Kochsalze eine gleiche Wichtigkeit wie den anderen zuerkennen müssen.

Betrachtet man die Mengen der Mineralbestandtheile, welche die verschiedenen Pflanzentheile in verschiedenen Zeiten aufgenommen haben, so ergeben sich die ungleichsten Verhältnisse. In dem zweiten Stadium wurden in 35 Tägen im Ganzen 49,29 Pfund Kali aufgenommen, von welchen 8,02 Pfund oder ein Sechstel in den Wurzeln und 41,27 Pfund in den Blättern sich befanden. Das Gewicht der erzeugten Blättermasse stand zu dem der Wurzelmasse nahe in demselben Verhältnisse, d. h. die erstere betrug beinahe fünfmal mehr als die andere.

In dem dritten Stadium überwog die gebildete Wurzelmasse die der Blätter und es blieben von den 80 Pfunden des aufgenommenen Kalis 34 Pfund oder $^7/_{16}$ in den Wurzeln; in ganz ähnlicher Weise verhielten sich die Phosphorsäure, das Kali und die anderen Mineralbestandtheile, sie vertheilten sich je nach dem Wachsthum und der Zunahme der Masse der ober- und

unterirdischen Organe der Rübenpflanze, die in den verschiedenen Perioden ebenfalls ungleich ist.

Betrachtet man die Zunahme der Blätter und Wurzeln an Mineralsubstanzen für sich, ohne Rücksicht auf die Menge derselben, welche die ganze Pflanze empfängt, so erscheint sie sprungweise und höchst ungleichförmig. Jeden Tag empfängt die Pflanze sehr nahe dieselbe Quantität Phosphorsäure, Stickstoff, Kochsalz, Schwefelsäure, die sich in den verschiedenen Theilen der Pflanze, den Blättern oder Wurzeln, in welchen sie ihre Verwendung finden, vertheilen. Der Hauptunterschied in der Aufnahme ist bei dem Kali bemerklich, dessen Menge in dem dritten Stadium außer allem Verhältnisse mehr als die der anderen Mineralbestandtheile zugenommen hat.

In der Pflanze erzeugt der chemische Proceß aus dem Rohmaterial aus der Kohlensäure, dem Wasser, Ammoniak, Phosphorsäure, Schwefelsäure unter Mitwirkung der Alkalien und Erden ꝛc. höchst wahrscheinlich nur eine stickstoff- und schwefelhaltige, der Albumingruppe, und nur eine stickstofffreie, der Gruppe der Kohlenhydrate angehörende Substanz; die erstere behält ihren Charakter während der Dauer der Vegetation, während die stickstofffreie zu einem geschmacklosen gummiartigen Körper, oder zu Cellulose oder zu Zucker, und je nach der vorwiegenden organischen Thätigkeit in den ober- oder unterirdischen Organen zu einem Blatt- oder Wurzelbestandtheile wird.

Wenn die Phosphorsäure in Beziehung steht zu der Erzeugung der stickstoffhaltigen Bestandtheile, so muß der Boden in seinen Theilen an beiden Stoffen bestimmte Verhältnisse enthalten, und es müssen bei der Rübe die oberen Schichten nothwendig weit reicher als die tieferen an Phosphaten sein. Denn in der ersten Hälfte der Vegetationszeit ist die Wurzelverzweigung weit geringer als später, und die Wurzel ist mit einem

kleineren Volum Erde in Berührung als später und wenn sie daraus eben soviel Nahrung empfangen soll, als aus dem größeren, so muß das erstere in eben dem Verhältniß mehr davon enthalten, als die auffsaugende Wurzeloberfläche kleiner ist.

Die Asche aller Pflanzen, in deren Organismus sich große Mengen Stärkmehl, Gummi und Zucker erzeugen, zeichnet sich vor anderen Pflanzenaschen durch einen überwiegenden Gehalt von Kali aus, und wenn das Kali in dem Safte der Rübenpflanze zur Vermittelung der Bildung des Zuckers und ihrer anderen stickstofffreien Bestandtheile nothwendig war, so erklärt sich die gleichzeitige Zunahme in der dritten und vierten Wachsthumszeit, in welcher die Bildung der stickstofffreien Wurzelbestandtheile in einem größeren Verhältnisse statthatte, als in den früheren Perioden.

Daß die Erzeugung der verbrennlichen Bestandtheile, die Ueberführung der Kohlensäure und des Ammoniaks in stickstofffreie und stickstoffhaltige Stoffe in einem ganz bestimmten Verhältnisse der Abhängigkeit zu den unverbrennlichen Stoffen, welche wir in der Asche finden, stehe, dies ist eine Ansicht, die eines besonderen Beweises nicht mehr bedarf, aber diese Abhängigkeit ist gegenseitig; wenn man sagt, daß sich darum mehr stickstoffhaltige oder stickstofffreie Producte bilden, weil die Pflanze mehr Phosphorsäure oder mehr Kali aufgenommen hat, so ist dies ebenso richtig, als die Behauptung, daß die Pflanze darum mehr Phosphorsäure oder Kali aufnimmt, weil sich die anderen Bedingungen zur Erzeugung stickstoffhaltiger oder stickstofffreier Stoffe vereinigt in ihrem Organismus vorfinden.

Für ein Maximum der Vergrößerung der Pflanze muß der Boden zu jeder Zeit die ganze Quantität von einem jeden Bodenbestandtheile in aufnehmbarer Form darbieten, so wie auf der andern Seite die cosmischen Bedingungen, Wärme, Feuchtigkeit

und Sonnenlicht zusammenwirken müssen, um die aufgenommenen Stoffe in Pflanzengebilde umzuwandeln. Wenn die aus dem Boden in die Pflanze übergegangenen Stoffe keine Verwendung finden, so werden keine mehr von außen aufgenommen werden, bei ungünstiger Witterung wächst die Pflanze nicht; sie wächst ebenfalls, wenn die nicht äußeren Bedingungen günstig sind, während es im Boden an den Stoffen fehlt, die sie wirksam machen.

In der zweiten Hälfte ihrer Entwickelungszeit, in welcher die Wurzeln der Rübenpflanze durch die Ackerkrume hindurch tief in den Untergrund gedrungen sind, nehmen diese mehr Kali auf, als in der vorangegangenen Zeit, und wenn wir uns denken, daß die auffaugenden Wurzelspitzen der Rübe eine Bodenschicht erreichen, welche ärmer an Kali als die obere, oder nicht reich genug an Kali ist, um täglich eben so viel abgeben zu können, als die Pflanze aufzunehmen fähig ist, so wird die Pflanze in der ersten Zeit üppig zu gedeihen scheinen, aber die Aussicht auf eine gute Ernte ist dennoch gering, wenn die Zufuhr des Rohmaterials fortwährend abnimmt, anstatt mit den Werkzeugen seiner Verarbeitung zu wachsen.

In dem Haushalte der Rübenpflanze nimmt die Wurzel in dem letzten Monate ihrer Vegetation nahe die Hälfte aller beweglichen Bestandtheile der Blätter in sich auf und diese stellt mit dem Abschlusse ihrer Vegetation im ersten Jahre ein Magazin von Bildungsstoffen für eine spätere Verwendung dar.

Im Frühling des darauf folgenden Jahres schoßt die Wurzel und treibt eine schwache Blätterkrone und einen mehrere Fuß hohen Blüthenstengel, und mit der Entwickelung des Samens stirbt die Pflanze ab. Die Hauptmasse der in der Wurzel aufgespeicherten Nahrung wird im zweiten Jahre oder in der dritten Periode in einer ganz anderen Richtung verbraucht, ohne daß der

Boden außer der Zufuhr von Wasser einen besonderen Theil an diesem neuen Lebensacte zu nehmen scheint.

Bei allen monokarpischen Gewächsen, d. h. solchen, welche nur einmal blühen und Samen tragen, lassen sich, wie bei der Rübenpflanze, bestimmte Lebensabschnitte in der Richtung der organischen Thätigkeit unterscheiden. In der ersten erzeugt die Pflanze die Bildungsstoffe für die darauf folgende, in dieser für die Arbeit im letzten Lebensacte; aber nicht immer häufen sich diese Stoffe, wie bei der Rübe, in der Wurzel an, bei der Sagopalme füllt sich der Stamm, bei der Aloe (Agave) sammeln sie sich in den dicken fleischigen Blättern an.

Die Samenerzeugung ist bei vielen dieser Gewächse weit weniger von einer Zeitperiode als von dem in der vorangegangenen Zeit angesammelten Vorrath von Bildungsstoffen abhängig; durch günstige klimatische oder Witterungsverhältnisse wird sie verkürzt, durch ungünstige hinausgerückt.

Die sogenannten Sommerpflanzen sind monokarpische Gewächse, welche in wenigen Monaten die zur Samenerzeugung nöthigen Bedingungen zu sammeln vermögen; die Haferpflanze entwickelt sich und trägt reifen Samen in 90 Tagen, die Turnipsrübe erst im zweiten Jahre, die Sagopalme in 16 bis 18 Jahren, die Aloe in 30 bis 40, oft erst in 100 Jahren (s. Anhang B).

Bei vielen perennirenden Gewächsen stirbt jährlich die äußere Pflanze ab, während die Wurzel sich erhält, bei den monokarpischen stirbt mit der Samenerzeugung die Wurzel ab; bei diesen ist die Samenerzeugung eine nothwendige, bei den perennirenden mehr eine zufällige Bedingung ihres Fortbestehens.

Die Oekonomie der Pflanzen wird geregelt durch Gesetze, die sich in den eigenthümlichen Fähigkeiten gewisser Organe äußern, Nahrungsstoffe für eine künftige Verwendung anzuhäu-

fen, so daß alle die äußeren Ursachen, welche ihre Entwickelung zu hindern scheinen, am Ende dazu beitragen, um ihr Fortbestehen, d. h. ihre Fortpflanzung, zu sichern.

Der Wurzelinhalt der perennirenden Gräser und der Spargelpflanze verhält sich in den verschiedenen Perioden des Lebens dieser Pflanzen wie der Mehlkörper des Getreidesamens, mit dem Unterschiede jedoch, daß der Balg nicht wie bei der Keimung desselben leer wird, sondern sich immer wieder füllt und an Umfang zunimmt. Die perennirende Pflanze empfängt im Ganzen immer mehr als sie ausgiebt, die monokarpische Pflanze giebt bei der Fruchtbildung ihren ganzen Vorrath aus.

Aus dem Verhalten der Rübenpflanze im Herbste, in welchem sich die Wurzel auf Kosten der Blätterbestandtheile vergrößert, läßt sich leicht der Einfluß des Blattens verstehen; wenn der Pflanze im August einige Blätter genommen werden, hat dies nur einen geringen Einfluß auf den Ertrag an Wurzeln, während das Blatten am Ende September die Wurzelernte auf das Stärkste beeinträchtigt. Metzler, der hierüber genaue vergleichende Versuche angestellt hat, fand, daß durch ein frühes Blatten der Rübenertrag um 7 Procent, durch ein spätes oder ein zweimaliges Blatten um 36 Procent sich verminderte.

Wenn man im ersten Jahre, anstatt die Rübenpflanzen zur Erntezeit von dem Felde zu entfernen, nur die Blattkrone abgeschnitten und die Wurzeln in dem Felde gelassen und untergepflügt hätte, so würde das Feld im Ganzen an Bodenbestandtheilen verloren haben, aber der größte Theil derselben würde dennoch durch die Wurzel dem Boden erhalten worden sein. Ein anderes Verhältniß würde sich hingegen herausstellen, wenn man am Ende des zweiten Vegetationsjahres den Kopf der Rübe abgeschnitten und den Stengel mit dem Samen hinweggenommen hätte; während am Ende des ersten Jahres die Wur-

zel den überwiegend größeren Theil der stickstoffhaltigen sowie der unverbrennlichen Bestandtheile noch enthalten hatte, die in dem Boden blieben, waren eben diese Stoffe im zweiten Jahre in den oberirdischen Theil der Pflanze gewandert und zur Bildung des Stengels und des Samens verbraucht worden, und es mußte durch ihre Hinwegnahme der Boden ärmer werden, auch wenn man demselben die noch vorhandene Wurzel gelassen hätte. Vor dem Schoßen und der Blüthe war die Wurzel reich an Bodenbestandtheilen, nach der Samenbildung ist sie daran erschöpft; bleibt die Wurzel vor der Blüthe in der Erde, so behält der Boden den überwiegend größten Theil von den Nährstoffen, die er an die Pflanze abgegeben hat; nach der Blüthe und Samenbildung hingegen bleibt in dem Wurzelstocke nur ein kleiner Rest zurück, der Boden erscheint erschöpft.

In dem eben angedeuteten Verhalten der Rübenpflanze spiegelt sich das der Halmgewächse ab; wenn sie vor der Blüthe abgeschnitten werden, so bleibt in der Wurzel ein großer Theil der angesammelten Nährstoffe zurück, die der Boden natürlich verliert, wenn die oberirdische Pflanze nach der Samenreife geerntet worden.

Die über den Tabacksbau vorliegenden Erfahrungen geben über die Vorgänge in der Entwickelung einer jährigen Blattpflanze Aufschluß.

Die Tabackspflanze entwickelt sich in ihren ober- und unterirdischen Theilen äußerst gleichmäßig; die Wurzel gewinnt in eben dem Maße an Ausdehnung, als der Stengel sich verlängert und die Blätter in ihrer Anzahl und Umfang sich vermehren; man bemerkt keine sprungweise Aenderung in der Richtung der organischen Thätigkeit kein Schoßen, sondern eine stetig fortschreitende Aufeinanderfolge ihrer Lebenserscheinungen. Während die Spitze des Stengels schon reife Samen trägt und die unte-

ren Blätter abgestorben sind, entwickeln die Seitenäste der Pflanze oft noch Blüthenknospen, deren Samen weit später reift.

Die Tabackspflanze ist dadurch bemerkenswerth, daß in ihrem Organismus zwei Stickstoffverbindungen erzeugt werden, von denen die eine, das Nicotin, schwefel- und sauerstofffrei, die andere, das Albumin, identisch mit den schwefel- und sauerstoffhaltigen Bestandtheilen der Nährpflanzen ist.

Der Handelswerth der Blätter steht im umgekehrten Verhältniß zu ihrem Gehalte an Albumin und es wird diejenige Tabackssorte von den Rauchern am meisten geschätzt, welche die kleinste Menge Albumin enthält; das Albumin verbreitet nämlich beim Brennen der trockenen Blätter, indem es sich verkohlt, einen höchst unangenehmen Horngeruch. Die an Albumin reichen Blätter enthalten in der Regel mehr Nicotin, als die an Albumin armen, sie geben die stärksten Tabacke, so daß manche derselben ungemischt nicht geraucht werden können.

Die in Frankreich und Deutschland gebauten Tabacksblätter werden entweder zu Rauchtaback oder Schnupftaback verarbeitet, für die Fabrikation der Schnupftabacke zieht man die an Albumin (und Nicotin) reichen den daran ärmeren vor. Man unterwirft sie zu diesem Zwecke entweder schon in der Form von Blättern oder gemahlen einer Art von Gährung, welche ziemlich rasch und unter Erhitzung eintritt, wenn sie mit Wasser feucht erhalten werden. Durch die Fäulniß des Albumins entsteht eine beträchtliche Menge Ammoniak, welches ein Hauptbestandtheil des deutschen Schnupftabacks ist, den die deutschen Fabrikanten, dem Geschmack der Consumenten entsprechend, durch Befeuchtung mit kohlensaurem oder Aetzammoniak noch vermehren.

Auch die Rauchtabacke gewinnen an Qualität durch einen schwachen Gährungsproceß der Blätter, wodurch der Albumingehalt vermindert wird.

Nach diesen Vorbemerkungen wird man die verschiedenen Methoden des Tabacksbaues verständlich finden.

Die Größe des Blattes in Länge und Breite, die lichte oder dunkle Farbe, die Höhe des Stengels, der reiche Ertrag und der Reichthum an Albumin und Nicotin hängt sehr wesentlich von der Düngung ab.

Die Pflanze gedeiht auf einem milden, sandigen, humosen Lehm- oder Mergelboden in Europa am besten; der auf Neubruch, auf schwerem Thonboden gebaute, mit Knochenmehl, Horn und Klauenabfällen, Blut, Borsten, Menschenexcrementen, Oelkuchenmehl und Jauche gedüngte Boden erzeugt die stärksten (albumin- und nicotinreichsten) Tabacke.

In Havanna wird der Taback auf Neubrüchen, auf abgeholzten Waldflächen, welche häufig, wie in Virginien, vorher gebrannt werden, gebaut; die besten Qualitäten (an Albumin ärmsten) liefert das dritte Jahr des Anbaues.

Hieraus scheint hervorzugehen, daß thierischer oder stickstoffreicher (ammoniakreicher) Dünger die Erzeugung der stickstoffhaltigen Bestandtheile befördert, der Boden hingegen, welcher arm an Ammoniak ist und wahrscheinlich den Stickstoff in der Form von Salpetersäure enthält, liefert Blätter von geringem Albumin- und Nicotingehalt. Der an Alkali reiche Kuhdünger liefert einen milden, der Pferdedünger einen starken Taback.

Die Wirkung des Umsetzens der im Mistbeete gezogenen Pflanzen auf das Feld ist bei der Tabackspflanze in die Augen fallend. Die Pflanze verhält sich beim Anwurzeln in dem neuen Boden wie der Same beim Keimungsproceß, dessen erste Aeußerung in der Entwickelung von Wurzelfasern besteht; die bereits gebildeten Blätter sterben beim Umsetzen ab und ihre beweglichen Bestandtheile sowie der in den Wurzeln vorhandene Vorrath an Bildungsmaterial wird zur Erzeugung von zahlreichen Seiten-

wurzelchen verwendet; ein zweites Umsetzen wirkt in Beziehung auf die Vermehrung der unterirdischen Auffaugungsorgane noch günstiger ein.

Da die ganze Richtung der organischen Arbeit bei den Sommerpflanzen der Samenbildung zugewendet ist und diese die Stoffe verzehrt, welche die Wurzeln und Blätter arbeitsfähig machen, so bricht der Tabackspflanzer, nachdem die Pflanze 6 bis 10 Blätter getrieben hat, das Herz des Mittelstengels aus, an welchem sich die Blüthen und Samenköpfe ansetzen. Der Krone beraubt, wendet sich jetzt die organische Arbeit den zwischen Blättern und Stengel sich entwickelnden Knospen zu, welche Seitenzweige, sogenannte Geizen bilden; mit diesen verfährt man, wie mit dem Hauptstamme, sie werden ausgebrochen oder einfach geknickt, indem man sie einigemal umdreht. Die fortdauernd nacherzeugten Bildungsstoffe werden dadurch in den Blättern zurückgehalten, die an Umfang und Masse zu- und an Wassergehalt abnehmen. Gegen die Mitte Septembers verlieren die Blätter ihre grüne Farbe, sie bekommen gelbliche Flecken, was ihnen ein marmorirtes Aussehen giebt, und werden pergamentartig; sie fühlen sich trocken an, werden schlaff, neigen sich mit den Spitzen zur Erde, bei völliger Reife sind sie klebrig und zähe und lösen sich leicht vom Stengel ab.

Diese Behandlung ändert sich je nach den Tabacksvarietäten und Ländern auf die mannichfaltigste Weise. Den sogenannten common english tabacco, Brasilientaback, Bauerntaback, welcher besonders reich an Nicotin ist, lassen die Pflanzer häufig in Samen schießen, wodurch eine Theilung der stickstoffhaltigen Stoffe eintritt, von welchen das Albumin die Blätter verläßt und sich in den Samen ablagert.

In den jungen Trieben, Knospen, überhaupt in allen Orten, in welchen die Zellenbildung in der Pflanze am lebhafte-

sten ist, häufen sich die schwefel- und stickstoffhaltigen Bestandtheile (Albumin) an, und so sind denn die jüngeren Blätter immer reicher, die älteren immer ärmer an diesen Stoffen; die dem Boden zunächst stehenden ältesten Blätter (Sandblätter) geben einen milderen, die höheren einen stärkeren Taback. Bei Varietäten, die an sich nicht besonders reich an Nicotin und Albumin sind, haben die Sandblätter einen viel geringeren Werth, als die oberen. Unter einem milden Taback versteht man immer einen an narkotischen Bestandtheilen armen Taback.

Das Verfahren des europäischen Pflanzers, der seine Felder mit thierischem Dünger überreichlich düngt, ist dem des amerikanischen Pflanzers, der seine Pflanzen auf einem nie gedüngten Felde zieht, geradezu entgegengesetzt; der eine sucht die narkotischen und schwefel- und stickstoffhaltigen Bestandtheile der Blätter zu vermindern oder zu verdünnen, der andere zu concentriren; darum bricht der amerikanische Pflanzer die unteren Blätter im Zustande ihrer vollsten Thätigkeit, sobald die Pflanze ihr halbes Wachsthum erreicht hat, der europäische legt auf die vollen und ausgebildeten oberen den höchsten Werth.

Da die Tabackspflanzen, wie alle jährigen Gewächse, ihren ganzen Vorrath an Bildungsstoffen erst in der Samenreife abgeben, so stirbt der Stengel nach dem Verlust der Blätter noch nicht ab, sondern die in ihm und in den Wurzeln noch vorhandenen Stoffe bewirken, daß derselbe neue Sprossen und häufig noch, wiewohl kleine Blätter treibt. In West-Indien, Maryland, Virginien werden die Stöcke vor dem Brechen der Blätter unmittelbar über dem Boden eingehauen, so daß sie sich, ohne von dem Wurzelstamm getrennt zu sein, umlehnen. Bei warmer Witterung verdunstet das Wasser in den Blättern und es findet eine Bewegung des Saftes aus den Stengeln und Wurzeln nach den Blättern hin statt, in denen er sich beim Abwel-

ken concentrirt. In der Rheinpfalz haben die Tabackspflanzer wahrgenommen, daß man einen edleren, an Albumin und Nicotin ärmeren Taback erzielt, wenn der Stengel, anstatt die Blätter auf dem Felde zu brechen, mitsammt den Blättern über dem Boden abgehauen und die Spitze desselben abwärts gerichtet zum Trocknen aufgehängt wird; der Stengel vegetirt alsdann noch einige Zeit fort, es entwickeln sich kleine Zweige, die sich allmälig nach aufwärts richten und Blüthenknospen treiben, in denen sich die schwefel- und stickstoffhaltigen Bestandtheile aus den Blättern anhäufen, die in eben dem Verhältniß daran ärmer und darum veredelt werden.

Unter den Pflanzen, die ihres Samens wegen cultivirt werden, nimmt der Weizen die vorzüglichste Stelle ein.

Das Winterkorn ist in seiner Entwickelung den zweijährigen Gewächsen außerordentlich ähnlich. Bei der zweijährigen Rübenpflanze nimmt man wahr, daß sich mit den ersten Blättern eine entsprechende Anzahl von Wurzelfasern erzeugt und nach der Ausbildung der Blattkrone eine mächtige Vermehrung und Vergrößerung der Wurzelmasse beginnt, auf welche sodann das Schoßen eines Blüthen- und Samenstengels folgt.

Nach der Einsaat des Wintergetreides entwickelt die junge Pflanze sehr bald die ersten Blätter, die sich während des Winters und der ersten Frühlingsmonate zu einem Blätterbüschel vermehren; scheinbar scheint ihre Vegetation Wochen oder Monate lang still zu stehen. Mit dem Eintreten der warmen Witterung treibt die Pflanze einen mehrere Fuß hohen, weichen, mit Blättern besetzten Stengel, der an seiner Spitze eine mit Blüthenknospen besetzte Aehre trägt, in der sich nach Vollendung der Blüthe die Samen ausbilden; mit der Entwickelung der Samen werden die Blätter von unten nach oben hin gelb und sterben mit dem Stengel während der Samenreife ab.

Man kann wohl nicht daran zweifeln, daß während des scheinbaren Stillstandes des Wachsthums der Pflanze vor dem Schoßen die oberen und unterirdischen Organe unausgesetzt sich in Thätigkeit befinden; es wird fortwährend Nahrung aufgenommen, die aber nur zum Theil zur Vermehrung der Blättermasse und nicht zur Stengelbildung verwendet wurde. Wir haben darum allen Grund zu glauben, daß der bei weitem größte Theil der in dieser Zeit in den Blättern erzeugten Bildungsstoffe in die Wurzel überging, und daß dieser Vorrath später zur Bildung des Halms verwendet wurde; beim Eintreten der höhern Temperatur erhöhen sich alle Thätigkeiten der Getreidepflanzen, die Menge der täglich aufgenommenen und verarbeiteten Nahrung wächst mit dem Umfang der Apparate zur Aufnahme und Verarbeitung; im Frühling sterben von den älteren Blättern und von den Wurzelfasern manche in den durch sie erschöpften Bodentheilen ab, an den Wurzelköpfen bilden sich neue Knospen und mit jeder Knospe neue Würzelchen, bis die Stengelglieder eine gewisse Länge erreicht haben. Von da an bis zum Abschluß der Vegetation wird der aufgenommene sowohl wie de in den Blättern, Stengeln und der Wurzel bewegliche Theil der gebildeten Stoffe zur Blüthe und Samenbildung verbraucht.

Die Beobachtungen Schubart's zeigen, daß die Wurzeln der Halmgewächse in der ersten Entwickelungszeit weit mehr an Masse gewinnen als die Blätter; bei Roggenpflanzen, welche sechs Wochen nach der Aussaat Blätter von 5 Zoll Länge getrieben hatten, fand er Wurzeln von 2 Fuß Länge.

Der Wurzelentwickelung entspricht die Halmbildung und das Bestockungsvermögen; an Roggenpflanzen mit 3 bis 4 Fuß langen Wurzeln fand Schubart elf Seitensprößlinge, an andern mit $1^3/_4$ bis $2^1/_4$ Fuß langen Wurzeln nur 1 bis 2 und

an Pflanzen, deren Wurzeln nicht länger als $1^1/_2$ Fuß waren, gar keine Seitensprößlinge.

Zu einem kräftigen Gedeihen des Wintergetreides gehört wesentlich, daß durch den Einfluß der Temperatur während der kalten und kühlen Monate der Thätigkeit der äußeren Organe eine gewisse Grenze gesetzt wird, ohne sie zu unterdrücken; am günstigsten für die spätere Entwickelungszeit ist, wenn die Temperatur der Luft niedrig und zwar etwas niedriger wie die des Bodens ist; die äußere Pflanze muß eine Anzahl von Monaten in ihrer Entwickelung zurückgehalten werden.

Ein sehr milder Herbst oder Winter wirkt deshalb auf die künftige Ernte schädlich ein; die höhere Temperatur begünstigt alsdann die Entwickelung des Haupthalmes, welcher dünn aufschießt und die Nahrung verbraucht, die zur Bildung von Knospen und neuen Wurzeln oder zur Vermehrung des Wurzelvorrathes gedient haben würde. Die schwächer entwickelte Wurzel führt alsdann im Frühling der Pflanze weniger Nahrung zu, indem sie im Verhältniß zu ihrer aufsaugenden Oberfläche und zu ihrem geringeren Vorrathe weniger aufnimmt und ausgiebt, und sie behauptet in den darauf folgenden Wachsthumsperioden ihren schwachen Charakter. Durch das Abweiden oder Abschneiden dieser schwachbestockten und bewurzelten Pflanzen sucht der Landwirth diesem Nachtheile zu begegnen; es beginnt alsdann die Knospen- und Wurzelbildung aufs Neue, und wenn die äußeren Bedingungen günstig sind und die Pflanze Zeit hat, das Wurzelmagazin wieder zu füllen, so wird hierdurch das im landwirthschaftlichen Sinne normale Wachsthumsverhältniß wiederhergestellt. Das Sommergetreide behauptet in den verschiedenen Perioden seiner Entwickelung den Charakter des Winterkorns, nur sind diese der Zeit nach viel kürzer.

Die Untersuchung der Haferpflanze in ihren verschiedenen

Perioden des Lebens von Ahrends ist in dieser Beziehung lehrreich; er bestimmte die Zunahme an verbrennlichen und unverbrennlichen Bestandtheilen, vom Keimen an bis zum Beginne des Schoßens (Ende dieser I. Periode am 18. Juni), sodann kurz vor dem Ende des Schoßens (II. Periode am 30. Juni), unmittelbar nach der Blüthe (III. Periode am 10. Juli), bei beginnender Reife (IV. Periode am 21. Juli) und zuletzt bei völliger Reife (V. Periode am 31. Juli). Am 18. Juni hatten die Pflanzen durchschnittlich eine Höhe von 31 Centimeter, die drei unteren Blätter waren ziemlich entfaltet, die beiden oberen noch geschlossen. Von den Stengelgliedern hatten nur die drei unteren eine merkliche Länge (1, 2 und 3 Centimeter), die drei oberen waren nur andeutungsweise vorhanden. Am 30. Juni (12 Tage darauf) hatte die Pflanze die doppelte Höhe (63 Centimeter), am 10. Juli (nach zehn weiteren Tagen der Blüthe) die Höhe von 84 Centimetern.

1000 Pflanzen nehmen auf resp. erzeugen Grammen:

Bestandtheile.	Untersucht am: 18. Juni. I. Periode. In 49 Tagen, vor dem Schoßen.	30. Juni. II. Periode. In 12 Tagen, Ende des Schoßens.	10. Juli. III. Periode. In 10 Tagen, Blüthe.	21. Juli. IV. Periode. In 11 Tagen, Samenbildung.	31. Juli. V. Periode. In 10 Tagen, Zeit der Reife.
Verbrennliche	419	873	475	435	128 Grm.
Unverbrennliche	36,6	33,48	30,33	20,34	7,18 "
		An einem Tage.			
Verbrennliche	8,551	72,75	47,50	39,45	12,8 Grm.
Verhältniß	1 :	8,5	5,5	4,6	1,5
Unverbrennliche	0,747	2,79	3,03	1,849	0,318 Grm.
Verhältniß	1 :	3,73	4,06	2,47	0,96

Bei der näheren Betrachtung dieser Zahlen muß beachtet werden, daß Ahrends nur bestimmen konnte, was die oberir-

dische Pflanze von der Wurzel und nicht, wie Anderson bei der Rübe, was die ganze Pflanze vom Boden empfing. Die große Ungleichförmigkeit in der Zunahme an verbrennlichen und unverbrennlichen Substanzen beruht offenbar mehr in der ungleichförmigen Vertheilung der aufgenommenen Stoffe, als in der ungleichen Menge, welche aus dem Boden aufgenommen wurde. Die ganze Entwickelungszeit umfaßte circa 92 Tage, und wir sehen, daß während der ganzen Hälfte derselben (49 Tage) die Pflanze auf einer scheinbar niederen Stufe stehen bleibt, nur der Blattbüschel ist bis dahin, wiewohl nicht vollkommen, entwickelt. Von dem 30. Juni an nimmt die Pflanze in 12 Tagen doppelt soviel an Gewicht an verbrennlichen Bestandtheilen zu und wird doppelt so hoch, als in 49 Tagen vorher und die oberirdischen Theile nehmen an unverbrennlichen Stoffen in dieser kurzen Zeit nahe um ebensoviel zu, als sie bereits aufgenommen haben, an verbrennlichen $8^1/_2$ mal, an Aschenbestandtheilen $3^3/_4$ mal mehr an einem Tage des Schoßens, als an einem der 49 vorhergehenden Tage.

Es ist nicht wohl möglich, sich zu denken, daß die äußeren Bedingungen der Ernährung, die Zufuhr von Nahrung durch die Atmosphäre und den Boden, oder das Aufnahmevermögen der Pflanze von einem Tage zum andern gleichsam sprungweise sich ändere und vermehre, sondern wir müssen annehmen, daß die Haferpflanze in ihrer Entwickelung demselben Gesetz unterliegt, was wir bei der Rübe wahrgenommen haben, daß demnach in der zweiten Hälfte der ersten Wachsthumsperiode die Thätigkeit der Blätter vorzugsweise auf die Erzeugung von Bildungsstoffen gerichtet war, die in der Wurzel angehäuft zur Schoßzeit an die äußere Pflanze abgegeben wurden. Mit der Steigerung des Assimilations- oder Arbeitsvermögens der Pflanze in Folge der höheren Temperatur und Lichteinwirkung des Sommers steigerte

sich in einem gewissen Verhältnisse die Menge der sich darbietenden Nahrung, allein das relative Verhältniß der Bodenbestandtheile blieb sich eben so gleich wie bei der Rübenpflanze.

Wenn wir die Menge des Kalis, der Phosphorsäure und des Stickstoffs mit einander vergleichen, welche die oberirdischen Theile der Haferpflanze in der ersten und zweiten Periode, d. h. bis zum Anfang der Blüthe, von da an bis zur beginnenden Reife und zuletzt während der Reife von der Wurzel und dem Boden empfangen hat, so ergiebt sich für tausend Pflanzen:

	In der I. und II. Periode. 61 Tage.	In der III. und IV. Periode. 21 Tage.	In der V. Periode. 10 Tage.
Kali	34,11 Grm.	13,2 Grm.	0,0 Grm.
Stickstoff	25,00 „	24,9 „	5,4 „
Phosphorsäure	5,99 „	6,94 „	1,33 „

Diese Verhältnisse geben zu erkennen, daß die Haferpflanze in ihren oberirdischen Theilen an jedem der 21 Tage der III. und IV. Periode um nahe ebensoviel an Kali zunahm, als an einem der 61 Tage der vorhergehenden, aber für die Phosphorsäure und den Stickstoff stellt sich ein ganz anderes Verhältniß heraus; denn die Menge beider, die in den Halm, die Aehre und die Blätter überging, betrug in diesen 21 Tagen ebensoviel als in 61 Tagen der I. und II. Periode, d. h. an jedem Tag von der Blüthe an und der Zeit der Reife nahmen die oberirdischen Theile der Pflanze um dreimal soviel an diesen Stoffen als vorher zu.

Bei der Rübe wissen wir mit ziemlicher Gewißheit, daß von dem Zeitpunkte an, wo sie einen Blüthenstengel treibt, die Bestandtheile desselben sowie die der Blüthe und des Samens in der Wurzel bereits zum größten Theile vorhanden sind und

von dieser geliefert werden, und es ist äußerst wahrscheinlich, daß die Kornpflanze sich ebenso verhält und daß sie von der Blüthe an bis zum Abschluß ihres Lebens, wenn auch nicht ausschließlich, von der Wurzel ernährt wird, die von diesem Zeitpunkte an ausgiebt, was sie in der vorangegangenen Periode gesammelt hat.

Knop hat beobachtet, daß blühende aus der Erde gegrabene Maispflanzen, blos im Wasser stehend, Kolben mit reifen Samen liefern, was beweist, daß die zur Samenbildung dienenden Stoffe zur Blüthezeit bereits in der Pflanze vorhanden sind.

Thatsache ist, daß das Korngewächs, wenn es vor der Blüthe abgeschnitten wird, in den niederen Zustand eines perennirenden Gewächses zurückversetzt wird, in welchem die Wurzel an Bildungsstoffen mehr einnimmt als sie ausgiebt*).

Der Unterschied in dem Bedarf der Hafer- und Rübenpflanze an unverbrennlichen Bestandtheilen und Stickstoff ist im Ganzen und in den verschiedenen Perioden ihres Wachsthums ganz außerordentlich verschieden. Die von Anderson für die Rübe und von Ahrends für die Halmpflanze ermittelten Thatsachen sind freilich nicht zahlreich genug, um ein bestimmtes Gesetz des Wachsthums für beide daraus zu folgern, sie können aber immerhin als Anhaltspunkt für einige Schlüsse dienen Die Mengen der Phosphorsäure und des Stickstoffs in der Rübenpflanze verhalten sich am Ende des ersten Vegetationsjahres ziemlich genau wie 1 : 1; bei der Haferpflanze hingegen wie 1 : 4. Auf dieselbe Phosphorsäuremenge bedarf die Hafer-

*) Buckmann (Journ. of the Royal Agric. Soc.) säete im Herbste 1849 auf einem Stück Feld Weizen, welcher im Jahre 1850 beständig abgeschnitten wurde, so daß die Pflanzen nicht zur Blüthe kamen; sie standen den Winter $18^{50}/_{51}$ und lieferten eine ganz gute Ernte im Jahre 1851.

pflanze viermal soviel Stickstoff als die Rübenpflanze, die letztere auf dieselbe Menge Stickstoff viermal soviel Phosphorsäure.

Wenn die Entwickelung der Haferpflanze einen ähnlichen Verlauf wie die der Rübenpflanze hat, so muß vor dem Schoßen die erstere in ihren unterirdischen Organen einen ähnlichen Vorrath von Bildungsstoffen wie die Rübenpflanze am Ende ihrer Vegetationszeit im ersten Jahre angesammelt haben. Die Masse der organischen Stoffe, welche sich in diesen Pflanzen vor der Entwickelung des Blüthenstengels anhäufen, ist offenbar bei der Rübe weit größer als bei der Haferpflanze; die erstere empfängt vom Boden weit mehr Nährstoffe, allein die Rübenpflanze hatte 122 Tage, die Haferpflanze nur etwa 50 Tage Zeit, um diese Nahrungsstoffe vor dem Schoßen dem Boden zu entziehen, und wenn die auf einem Hectar Feld wachsenden Rüben und Haferpflanzen täglich gleich viel davon empfangen hätten, so wird sich unter sonst gleichen Verhältnissen die Menge der aufgenommenen Nahrungsstoffe wie die Aufnahmszeit verhalten. Die Beschaffenheit der Wurzel macht je nach dem Umfang der aufsaugenden Wurzeloberfläche in dieser Beziehung einen großen Unterschied; die größere Wurzeloberfläche ist mit mehr Erdtheilen in Berührung und kann in derselben Zeit mehr Nahrungsstoffe daraus aufnehmen als die kleinere. Die erzeugte Masse von vegetabilischer Substanz und im Besonderen die Masse der erzeugten stickstofffreien und stickstoffhaltigen Materien hängt von der Natur der Pflanzen ab. Wäre die aufsaugende Wurzeloberfläche der Haferpflanze um 2,45 mal größer als die der Rübenpflanze, so würde in gleichen Verhältnissen die Haferpflanze täglich 2,45 mal, oder in 50 Tagen ebensoviel Nahrung aufnehmen als die Rübe in 122 Tagen, d. h. in gleichen Zeiten steht bei zwei Pflanzen das Aufnahmsvermögen derselben im Verhältniß zu ihrer Wurzeloberfläche.

Die Vegetationszeit der Rübenpflanze umfaßt im ersten Jahre 120 bis 122 Tage und schließt am Ende Juli des nächsten Jahres mit der Samenbildung ab; nimmt man 244 Vegetationstage an und denkt man sich die Vegetationszeit der Haferpflanze von 93 bis 95 Tagen auf 244 Tage verlängert, so gewinnt man in dieser Zeit $2^1/_2$ Haferernten und die Untersuchung dürfte vielleicht ergeben, daß die Quantität der in der Haferpflanze erzeugten schwefel- und stickstoffhaltigen Bestandtheile nicht kleiner ist als die, welche in den Rübenpflanzen von einer gleichen Bodenfläche geerntet wird.

In dem Getreidesamen verhält sich die Menge der schwefel- und stickstoffhaltigen zu den stickstofffreien, oder die blutbildenden Stoffe zu dem Stärkemehl wie 1 : 4 bis 5, in den Wurzeln der Rüben oder Knollen der Kartoffeln wie 1 : 8 bis 10; in den letzteren ist demnach die Menge der stickstofffreien Materien im Verhältniß zu den anderen weit größer.

Wenn in einem Weizenkorn bei einem gewissen Wärmegrad der organische Proceß beginnt, so sendet die Keimknospe zuerst eine Anzahl von Wurzelchen abwärts, während der Keim sich zu einem kurzen Stengelglied mit zwei oder drei vollständigen Blättern entwickelt. Gleichzeitig mit den Veränderungen, die in den Knospen vor sich gehen, werden die Bestandtheile des Mehlkörpers flüssig, das Stärkemehl verwandelt sich erst in eine dem Gummi ähnliche Substanz, dann in Zucker, der Kleber in Albumin, beide zusammen bilden das Protoplastem (Naegeli's organische Nahrungsstoffe) oder die Nahrung der Zelle, ihr Zustand gestattet, sich nach den Orten der Zellenbildung hinzubegeben; das Stärkemehl liefert die Elemente zur Bildung ihrer äußeren Wand, die stickstoffhaltige Materie macht einen Hauptbestandtheil des Zelleninhaltes aus. Mit den Wurzeln und

Blättern entstehen gleichzeitig aufwärts am Stengelgliede kleine Blattknospen, an der Basis der Wurzeln kleine Wurzelknospen.

In dem Protoplastem der Weizenpflanze macht die stickstofffreie Substanz die fünffache Menge der stickstoffhaltigen aus.

An diesen Vorgängen nimmt außer Wasser und Sauerstoff kein Stoff von Außen Antheil. Was der Samen an Kohlenstoff durch die Bildung von Kohlensäure beim Keimen verliert, nimmt die junge Pflanze später beinahe vollständig wieder auf.

Die unter diesen Umständen entwickelte Pflanze nimmt, auch wenn sie Wochen lang vegetirt, an Masse kaum merklich zu; die aus dem Weizensamen entwickelten Organe wiegen, getrocknet, im Ganzen nicht mehr als der Same, ihr relatives Verhältniß an stickstofffreien und stickstoffhaltigen Stoffen ist beinahe unverändert wie im Mehlkörper, dessen Bestandtheile im eigentlichen Sinne nur andere Formen angenommen haben. Zusammengenommen repräsentiren die Blätter, Wurzeln, Stengel, Blatt- und Wurzelknospen die in Werkzeuge und Apparate umgeformten Samenbestandtheile, denen jetzt das Vermögen zukommt, gewisse Arbeiten zu verrichten, welche darin bestehen, daß sie einen chemischen Proceß unterhalten, durch welchen, aus unorganischen Stoffen von Außen, unter Mitwirkung des Sonnenlichtes, Producte erzeugt werden, die in allen Eigenschaften denen gleichen, aus welchen sie selbst entstanden sind.

Der organische Vorgang der Zellenbildung setzt das Vorhandensein des Protoplastems voraus und ist unabhängig von dem chemischen Proceß, der dieses selbst erzeugt; der letztere bedingt die Fortdauer der Zellenbildung.

In der jungen Pflanze, die sich in reinem Wasser entwickelt hat, schließt der Mangel an den äußeren Bedingungen zur Unterhaltung des chemischen Processes diesen selbst aus. Die Blätter

und Wurzeln derselben verrichten als Werkzeuge keine Arbeit; sie erzeugen beim Ausschluß von Nahrung keine Producte, welche ihr Fortbestehen ermöglichen. Bis zu einem gewissen Umfange entwickelt, hört in ihnen selbst die Zellenbildung auf; aber der Zellenbildungsproceß setzt sich in den neu entstandenen Wurzel- und Blattknospen fort, die sich jetzt zu dem beweglichen Inhalte der bereits vorhandenen Blätter und Wurzeln verhalten, wie die Keimknospe des Weizensamens zu dem Mehlkörper; die stickstofffreien und stickstoffhaltigen Bestandtheile derselben, welche das Arbeitscapital der bereits gebildeten Blätter und Wurzeln darstellen, werden, indem diese absterben, in neue Werkzeuge umgeformt, es entwickeln sich neue Blätter auf Kosten der Bestandtheile der alten. Aber diese Vorgänge haben nur eine geringe Dauer, nach einer Reihe von Tagen stirbt die junge Pflanze völlig ab. Der äußere Grund ihres kurzen Bestehens ist zunächst der Mangel an Nahrung, einer der inneren ist der Uebergang der löslichen stickstofffreien Substanz in Cellulose oder Holzzelle, durch welche sie ihre Beweglichkeit verliert; mit ihrer Abnahme vermindert sich die nothwendigste Bedingung zur Zellenbildung, die mit ihrem Verbrauche völlig aufhört. Die abgestorbenen Blätter hinterlassen beim Verbrennen eine gewisse Menge Asche und behalten demnach eine gewisse Menge von Mineralsubstanzen zurück, und ebenso bleibt darin eine kleine Menge stickstoffhaltiger Substanz.

Das Bemerkenswertheste in dieser Entwickelung ist das Verhalten des stickstoffhaltigen Stoffes des Samens, er wurde zu einem Bestandtheil der Wurzelfasern, Stengel und Blätter, und vermittelte an diesen Orten die Zellenbildung; nach dem Absterben der ersten Blätter wurde er zu einem Bestandtheil der folgenden und spielte in diesen, so lange noch Material zur Zellenbildung vorhanden war, zum zweiten und wiederholten

Male dieselbe Rolle; ein eigentlicher Verbrauch desselben in der Pflanze findet in der That nicht statt, er macht keinen geformten Bestandtheil der Zelle aus.

Die Versuche von Boussingault über das Wachsthum der Pflanzen bei Ausschluß aller Stickstoffnahrung (Annal. de chim. et de phys. Ser. III, XLIII, p. 149) sind, obwohl anderer Gesichtspunkte wegen angestellt, ganz geeignet, jeden Zweifel über das oben angedeutete überaus wichtige Vermögen der stickstoffhaltigen Materie, den Lebensproceß in der Pflanze zu unterhalten, ohne daß sie selbst an Masse zunimmt, zu beseitigen.

Zu diesen Versuchen wurden Lupinen, Bohnen, Kresse in reinen gewaschenen und geglühten Bimsstein gesäet, welchem eine gewisse Menge Asche von Stalldünger und von ähnlichen Samenkörnern, wie die ausgesäeten, beigemischt war. Die Pflanzen wuchsen theilweise unter Glasglocken, in welcher kohlensäurehaltige Luft stets erneuert wurde. Die Luft sowie das zum Begießen dienende Wasser waren von Ammoniak auf das Sorgfältigste befreit.

Die Resultate dieser Versuche waren folgende: Von einer Aussaat von 4,780 Grm. Samen (Lupinen, Bohnen, Kresse), worin 0,227 Grm. Stickstoff, wurden im geschlossenen Raume 16,6 Grm. getrocknete Pflanzen geerntet, der Stickstoffgehalt des Bodens hinzugerechnet wurden 0,224 Grm. Stickstoff wiedererhalten. In einem anderen Versuche, in welchem die Pflanzen, unter Abhaltung des Thaues und Regens, in freier atmosphärischer Luft wuchsen, wurden von 4,995 Grm. Samen (Lupinen Bohnen, Hafer, Weizen und Kresse) 18,73 Grm. getrocknete Pflanzen geerntet. Der Same enthielt 0,2307 Grm. Stickstoff, die Pflanzen und die Erde 0,2499 Grm.; in der ersten Versuchsreihe waren alle Nahrungsstoffe der Pflanze bis auf den Stickstoff gegeben, die Hauptbedingungen zur Bildung stickstoff-

freier Substanz waren vorhanden, aber die der stickstoffhaltigen völlig ausgeschlossen.

Beim Wachsen einer Weizenpflanze in reinem Wasser und in freier Luft nimmt ihr Gewicht nicht zu, das normale Samenkorn enthält eine gewisse Menge Kali, Bittererde und Kalk, welche zum inneren organischen Bildungsproceß erforderlich sind, aber keinen Ueberschuß an diesen Mineralsubstanzen, welcher zur Vermittelung des chemischen Processes der Neuerzeugung von Protoplastems dienen konnte. Beim Ausschluß der Mineralsubstanzen wird Wasser, aber weder Kohlensäure noch Ammoniak von den Organen aufgenommen, jedenfalls sind die beiden letzteren, auch wenn sie durch das Wasser in die Pflanze übergeführt werden, ohne irgend einen Einfluß auf den im Innern vor sich gehenden Proceß, sie werden nicht zersetzt und keine Pflanzensubstanz aus ihren Elementen gebildet.

In Boussingault's Versuchen ist die Wirkung der zugeführten Mineralsubstanzen unverkennbar. Das Gewicht der erzeugten Pflanzenmasse war nahe $3^1/_2$ mal größer als das des Samens, die Menge der stickstoffhaltigen Substanz war aber die nämliche wie im Samen; es waren also an stickstofffreier Substanz $2^1/_2$ mal mehr als das Samengewicht betrug, erzeugt worden; die Rechnung ergiebt, daß der Stickstoff im Samen unter diesen Umständen die Erzeugung seines 56fachen Gewichtes an stickstofffreier Substanz, oder, was das Nämliche ist (den Kohlenstoffgehalt der letzteren nur zu 44 Procent angenommen), die Zersetzung seines 90fachen Gewichts an Kohlensäure vermittelt hat.

Der Verlauf der Vegetation dieser Pflanzen giebt hinlänglichen Aufschluß über die Vorgänge in ihrem Organismus; sie entwickelten sich in den ersten Tagen kräftig, später gedrückt. Die zuerst entwickelten Blätter welkten nach einiger Zeit und fielen theilweise ab, dafür entwickelten sich andere, die sich ebenso ver-

hielten, und die Vegetation scheint einen Punkt zu erreichen, wo das sich neu Entwickelnde auf Kosten des Absterbenden lebt. Eine Zwergbohne (welche 0,755 Grm. wog) hatte vom 10. Mai an, an welchem Tage sie gesetzt wurde, bis zum 30. Juli 17 Blätter vollkommen entwickelt, von denen die 11 ersten am 30. Juli abgestorben waren; die Pflanze kam zum Blühen und lieferte am 22. August, an welchem Tage die Blätter beinahe ganz abgefallen waren, eine einzige kleine Bohne, welche 4 Centigrm. ($^1/_{19}$ von dem Gewicht der Samenbohne) wog; die ganze Ernte wog 2,24 Grm., sehr nahe dreimal mehr als der Same. Bei einer Roggenpflanze wurde deutlich wahrgenommen, wie mit der Entwickelung eines jeden jungen Blattes ein altes abstarb.

In der zweiten Versuchsreihe hatten die Pflanzen 1,92 Milligrm. Stickstoff (aus der Luft) aufgenommen und ein Mehrgewicht von 0,830 Grm. an Pflanzensubstanz erzeugt, für 1 Milligrm. Stickstoff 43 Milligrm. stickstofffreie Substanz.

Der Unterschied in der Entwickelung einer Pflanze in reinem Wasser und, wie in Boussingault's Versuchen, in einem Boden, welcher die unverbrennlichen Nahrungsstoffe zu liefern vermochte, ist klar und unzweideutig. Die erstgebildeten Organe empfingen in beiden Fällen ihre Elemente vom Samen, in beiden wurde zur Bildung der Cellulose in den Blättern, Wurzeln und Stengeln eine gewisse Menge von Mineralsubstanzen, sowie von löslicher stickstofffreier Substanz verbraucht und das Verhältniß derselben zur stickstoffhaltigen geändert; bei der im Wasser wachsenden war die Abnahme derselben dauernd, bei der anderen hingegen wurde eine gewisse Menge stickstofffreier Substanz neu erzeugt. Nichts kann gewisser sein, als daß in Boussingault's Versuchen durch die Zufuhr von Mineralsubstanzen die erstgebildeten Blätter die Fähigkeit empfingen, Kohlensäure aufzunehmen und zu zersetzen, ein Vermögen, welches die im reinen

Wasser entwickelte Pflanze nicht besaß, so zwar, daß ebenso viel lösliche stickstofffreie Substanz wiedererzeugt wurde, als in der Blatt- und Wurzelbildung durch den Uebergang der ursprünglich vorhandenen in Cellulose verbraucht worden war.

In den beweglichen Bestandtheilen der Pflanze war das relative Verhältniß der stickstofffreien und stickstoffhaltigen Samenbestandtheile nahe in gleicher Menge wie im Samen offenbar wiederhergestellt, beide wanderten durch den Stengel in jede neu entstehende Blätterknospe und nahmen Theil an der Entwickelung neuer Blätter, durch deren Arbeit bis zu einer gewissen Grenze der Abgang an stickstofffreier Substanz immer wieder gedeckt wurde, so daß derselbe Proceß sich Monate lang wiederholen konnte; in jedem der abgestorbenen Blätter (und Wurzelfasern) blieb von der stickstoffhaltigen Substanz eine gewisse Menge zurück und in der letzten Periode sammelte sich der bewegliche Rest derselben in der Samenschote und in dem Samenkorn an.

Die Zufuhr der Mineralsubstanzen hatte die Fortdauer des chemischen Processes in der Pflanze bewirkt und die Erzeugung stickstofffreier Substanzen vermittelt, durch ihre Gegenwart und durch die Mitwirkung der stickstoffhaltigen Materien wurde aus Kohlensäure neues Material zur Bildung von Zellenwänden erzeugt und die Lebensdauer bis zur normalen Grenze verlängert. Was hier ganz besonders in die Augen fällt, ist, daß eine verhältnißmäßig so kleine Menge der vom Samen stammenden stickstoffhaltigen Substanz so lange Zeit hindurch die ihr zukommenden Functionen verrichten kann, ohne, wie es scheint, eine Veränderung zu erleiden, so daß ihr in dem lebenden Pflanzenleibe, der sie zu erzeugen und zu sammeln eingerichtet ist, eine gewisse Unzerstörlichkeit zukommen muß.

Berücksichtigt man, daß in dem erwähnten Versuche mit der Zwergbohne ein großer Theil des Mehrgewichtes der erzeugten

stickstofffreien Substanzen in den absterbenden Blättern von dem Pflanzenkörper wieder abfiel, so sieht man ein, daß die Zufuhr der Mineralsubstanzen beim Ausschluß der Stickstoffnahrung der Bohnenpflanze keinen Nutzen brachte.

Man versteht zuletzt, daß die in einer Bohne vorhandene Menge stickstoffhaltiger Substanz vielleicht genügend gewesen wäre, die Vegetation einer Nadelholzpflanze, welche ihre Blätter nicht verliert, auf Jahre hinaus zu erhalten und viele hundert, vielleicht tausend Mal ihr Gewicht an Holzsubstanz hätte erzeugen können, und wie eine solche Pflanze auf einem dürren, für andere Pflanzen so gut wie unfruchtbaren Boden bei spärlichster Zufuhr von Stickstoffnahrung gedeihen kann, wenn der Boden diejenigen Mineralsubstanzen zu liefern vermag, die zur Erzeugung stickstofffreier Materie unentbehrlich sind.

Der Zuwachs einer Pflanze ist im Wesentlichen eine Vergrößerung und Vermehrung der Werkzeuge der Ernährung, der Blätter und Wurzeln. Zur Vergrößerung eines Blattes und einer Wurzelfaser oder zur Hervorbringung eines zweiten Blattes und einer zweiten Wurzelfaser gehören die nämlichen Bedingungen, wie zur Erzeugung des ersten Blattes und der ersten Wurzelfaser. Diese Bedingungen lehrt uns die Analyse der Samen mit genügender Sicherheit kennen; die ersten Wurzeln und Blätter, deren Elemente der Samen geliefert hat, erzeugen in den normalen Verhältnissen der Ernährung aus gewissen Mineralsubstanzen organische Verbindungen, welche zu Theilen und Bestandtheilen ihrer selbst oder zu Bestandtheilen zweier oder mehrerer Blätter und Wurzeln werden, welche die nämlichen Elemente und identische Eigenschaften wie die ersten, d. h. das nämliche Vermögen besitzen, unorganische Nahrungsstoffe in organische Bildungsstoffe umzuwandeln. Es ist klar, daß zur Vergrößerung der ersten und zur Bildung neuer Blätter und Wur-

zeln stickstofffreie und stickstoffhaltige Stoffe in dem nämlichen Verhältnisse wie im Samen gedient haben müssen, und es wird hieraus wahrscheinlich, daß die organische Arbeit der Pflanze unter der Herrschaft des Sonnenlichtes in allen Perioden ihres Wachsthums gleichförmig das nämliche Material und zwar ihre Samenbestandtheile erzeugt, welche, zu ihrem Aufbau verwendet, sich zu Blättern, Stengel und Wurzelfasern oder zuletzt zu Samen gestalten; die löslichen oder der Lösung fähigen Bestandtheile einer Knospe, Knolle oder der Wurzel eines perennirenden Gewächses sind identisch mit den Samenbestandtheilen. Die Halmpflanze erzeugt stickstoffhaltige und stickstofffreie Stoffe im nämlichen Verhältnisse wie im Mehlkörper, die Kartoffelpflanze erzeugt die Bestandtheile der Knolle, die zu Blättern und Stengel oder Wurzeln werden oder sich im unterirdischen Stengel zu Knollen wieder anhäufen, wenn die äußeren Bedingungen der Blatt- und Wurzelbildung nicht ferner günstig sind*).

Während der Dauer des Wachsthums der Pflanze behaupten, bei normaler Ernährung, die ersten wie die letzten Blätter und Wurzeln ihre Existenz, weil sie ihre identischen Bestandtheile, aus denen sie selbst entstanden sind, aus der zugeführten Nahrung wieder erzeugen, deren Ueberschuß, den sie selbst zu ihrer eigenen Vergrößerung nicht bedürfen, den Orten der überwiegenden Bewegung oder Zellenbildung, dem Wurzel-

*) Boussingault hat beobachtet, daß selbst Samen von 2 bis 3 Milligrm. Gewicht in absolut sterilem Boden Pflanzen erzeugen, bei denen alle Organe sich ausbilden, deren Gewicht aber nach Monaten, wenn sie in freier Luft und noch entschiedener in einer begrenzten Atmosphäre vegetiren, nicht viel mehr beträgt, als die des Samens; die Pflanzen bleiben zart, sie erscheinen in allen Dimensionen verjüngt und können wachsen, selbst blühen und Samen tragen, der nichts weiter als einen fruchtbaren Boden bedarf, um wieder eine normale Pflanze zu erzeugen (Compt. rend. T. XLIV, p. 940).

körper und den Blattknospen oder den äußersten Spitzen der Wurzeln und Triebe, zuletzt, wie bei den Sommerpflanzen, den Organen der Samenbildung zuwandert, die mit der Samenreife den größten Theil der in der ganzen Pflanze vorhandenen beweglichen Samenbestandtheile in sich aufnehmen.

Die Zufuhr der unverbrennlichen Nahrungsstoffe bewirkte die Bildung von stickstofffreier Substanz, von der ein Theil zur Bildung der Holzzelle verbraucht, ein anderer zu demselben Zwecke verwendbar blieb; die Zufuhr der Stickstoffnahrung bedingte die entsprechende Erzeugung von stickstoffhaltiger Materie, so daß das Protoplastem stets wieder hergestellt und so lange der chemische Proceß dauerte, vermehrt wurde.

Damit eine Pflanze blühe und Samen trage, scheint es bei vielen nothwendig zu sein, daß die Thätigkeit der Blätter und Wurzeln einen Ruhepunkt erreicht; erst von da an scheint der Zellenbildungsproceß nach einer neuen Richtung die Oberhand zu gewinnen und das vorhandene Bildungsmaterial, wenn es nicht weiter zur Ausbildung neuer Blätter und Wurzeln in Anspruch genommen wird, dient jetzt zur Bildung der Blüthe und des Samens. Mangel an Regen und damit an Zufuhr von unverbrennlichen Nahrungsstoffen beschränkt die Blattbildung und beschleunigt die Blüthezeit bei vielen Pflanzen. Trockene und kühle Witterung befördert die Samenbildung. In warmen und feuchten Klimaten tragen die Cerealien im Sommer gesäet wenig oder keinen Samen, und auf einem an Ammoniak armen Boden kommen die Wurzelgewächse weit leichter zum Blühen und Samentragen, als auf einem daran reichen.

Wenn zu dem normalen Verlauf der Vorgänge während des Wachsthums der Pflanze ein ganz bestimmtes Verhältniß von stickstofffreien und stickstoffhaltigen Stoffen in dem Protoplastem gehört, welches in der Pflanze gebildet wird, so sieht man

ein, daß der Mangel oder Ueberschuß der zu ihrer Erzeugung unentbehrlichen Mineralsubstanzen auf das Wachsthum der Pflanze, auf die Blätter-, Wurzel- und Samenbildung einen ganz entscheidenden Einfluß ausüben muß. Beim Mangel an stickstoffhaltigen und Ueberfluß an fixen Nahrungsstoffen würden stickstofffreie Stoffe in überwiegender Menge gebildet werden, welche, wenn sie die Form von Blättern und Wurzeln angenommen haben, von der stickstoffhaltigen Substanz eine gewisse Menge zurückhalten, so daß die Samenbildung, deren Hauptbedingung ein Ueberschuß von Protoplastem ist, beeinträchtigt wird. Ein Ueberschuß an Stickstoffnahrung bei einem Mangel an fixen Nahrungsstoffen wird der Pflanze selbst keinen Nutzen bringen, weil sie für ihre organische Arbeit stickstoffhaltige Substanzen nur im Verhältniß wie im Protoplastem verwenden kann und der Inhalt der Zelle ohne Stoff zur Bildung ihrer Wände bedeutungslos für die Pflanze ist.

In dem Lebensproceß des Thieres bilden sich seine Organe aus den Elementen des Eies, seine geformten Bestandtheile sind stickstoffhaltig. Im Gegensatze zu dem Thiere sind die geformten Bestandtheile der Pflanze stickstofffrei, alle vegetativen Vorgänge sind Processe der Erzeugung ihrer Samenbestandtheile; die Pflanze lebt nur, insofern sie ihre Eibestandtheile und ihr Ei erzeugt, das Thier lebt nur, insofern es eben diese Eibestandtheile zerstört.

Auf einem und demselben für die Rüben- und Weizenpflanze gleich geeigneten Boden erzeugt die erstere auf die nämliche Menge stickstoffhaltiger Substanz doppelt soviel stickstofffreie, als die Weizenpflanze; es ist klar, daß wenn zwei Pflanzen in derselben Zeit ungleiche Mengen von Kohlenhydraten (Holz, Zucker, Stärkemehl) erzeugen, so müssen die Werkzeuge der Zersetzung die Einrichtung haben, nicht nur der zu zersetzenden Kohlen-

säure, welche den Kohlenstoff, und dem Wasser, welches den Wasserstoff lieferte, einen entsprechenden Raum und dem einwirkenden Lichte eine entsprechende Oberfläche darzubieten, sondern sie müssen auch dem Sauerstoff gestatten, ebenso rasch zu entweichen, als er frei geworden ist. Wenn man in dieser Beziehung die Blätter einer Weizenpflanze mit denen einer Turnipsrübe vergleicht, so ist der Unterschied im Umfang und Wasserreichthum in die Augen fallend; noch größere Unterschiede giebt die mikroskopische Untersuchung zu erkennen. Die Weizenpflanze hat aufrecht stehende Blätter, die dem Lichte eine weit kleinere Oberfläche darbieten, als die Blätter des Rübengewächses, welche den Boden beschatten und die Austrocknung desselben und damit die Verdunstung der Kohlensäure aus dem Boden hindern. Die Spaltöffnungen sind auf dem Weizenblatte gleich dicht auf beiden Seiten, auf dem Rübenblatte sind sie weit zahlreicher, obwohl kleiner als auf dem Weizenblatte, und es befindet sich eine bei weitem größere Anzahl derselben auf der dem Boden zugekehrten Seite, als auf der oberen.

Alle Thatsachen, die wir über die Ernährung der Gewächse kennen, beweisen, daß der Vorgang der Aufnahme ihrer Nahrungsstoffe kein einfacher osmotischer Proceß ist, sondern daß ihre Wurzeln in Beziehung auf die Menge und Natur der durch sie in die Pflanze übergehenden Stoffe eine ganz bestimmte thätige Rolle übernehmen.

Am augenscheinlichsten zeigt sich der Einfluß der Wurzeln in der Vegetation der Seegewächse und Süßwasserpflanzen, deren Wurzeln mit dem Boden nicht in Berührung sind.

Diese Pflanzen empfangen ihre unverbrennlichen Nahrungsstoffe aus einer Lösung, in welcher sie auf das Gleichförmigste verbreitet und gemischt sind; die vergleichende Analyse des Wassers und der Aschenbestandtheile dieser Pflanzen zeigt, daß eine

jede Pflanze ein anderes Verhältniß Kali, Kalk, Kieselsäure, Phosphorsäure aus der nämlichen Lösung aufnimmt.

In der Asche der Wasserlinse waren unter anderen enthalten auf:

Kochsalz	. . . .	10 Theile,
Kali	. . . . .	22 „

Das Wasser, in dem sie wuchs, enthielt auf 10 Theile nur 4 Theile Kali. In der Pflanze war das relative Verhältniß der Schwefelsäure zur Phosphorsäure wie 10 : 14, in dem Wasser wie 10 : 3.

Ganz ähnliche Verhältnisse bieten die Seegewächse dar; das Seewasser enthält auf 25 bis 26 Theile Chlornatrium 1,21 bis 1,35 Theile Chlorkalium, aber die in diesem Wasser wachsenden Pflanzen enthalten mehr Kali als Natron; der Kelp der Orkney-Inseln, welcher aus der Asche mancher Fucus-Arten *) besteht, enthält auf 26 Procent Chlorkalium nur 19 Procent Chlornatrium.

Das Seewasser enthält Mangan, aber in so außerordentlich kleiner Menge, daß es der Analyse sicherlich entgangen wäre, wenn es sich nicht als constanter Bestandtheil in der Asche vieler Seegewächse vorfände: die Asche der Padina pavonia (eine Tangart) sogar über 8 Procent von dem Gewicht der trocknen Pflanze **). Durch gleiche Ursachen häufen sich in den Laminarien die im Seewasser in so außerordentlich geringen Men-

*) Siehe die Analyse der Asche von Fucus-Arten von Gödechens. (Annal. d. Chem. u. Pharm. LIV, 351.)

**) Um einen Begriff zu geben von der außerordentlich großen Kraft, womit diese Pflanze das Mangan aus dem Seewasser anzieht, will ich anführen, daß dessen Menge so gering ist, daß ich nur im Stande war, es mit Bestimmtheit nachzuweisen, als ich das von 20 Pfund Seewasser gewonnene Eisenoxyd einer genauen Untersuchung unterzog (Forchhammer und Poggendorff XCV, S. 84.)

gen vorkommenden Jodverbindungen an; Chlorkalium und Chlornatrium besitzen dieselbe Krystallgestalt und haben so viele Eigenschaften mit einander gemein, daß sie ohne Hinzuziehung chemischer Hülfsmittel nicht mit Bestimmtheit von einander unterschieden werden können; die Pflanze unterscheidet hingegen beide vollkommen, denn sie scheidet sie von einander und läßt für 1 Aequivalent Kalium, das sie aufnimmt, über 30 Aequivalent Natrium im Wasser zurück. Mangan und Eisen, Jod und Chlor sind ebenfalls isomorph, aber die Jodpflanze scheidet einen Gewichtstheil Jod von mehreren Tausend Gewichtstheilen Chlor im Seewasser ab.

Die bekannten Gesetze der Osmose und der Diffusion oder des Austausches von Wasser und Salzen durch eine todte Membran oder einen porösen Mineralkörper geben nicht den geringsten Aufschluß über die Wirkung, welche die lebende Membran auf die in einer Flüssigkeit gelösten Salze und auf ihren Durchgang und ihre Aufnahme in die Pflanze ausübt. Die Beobachtungen von Graham (Phil. Mag. 4 Ser. Aug. 1850) zeigen, daß Materien, welche eine chemische Action auf die thierische Membran auszuüben vermögen, wie kohlensaures Kali, Aetzkali, die sie zum Schwellen bringen und nach und nach zersetzen, den Durchgang des Wassers ganz außerordentlich befördern*), und er

*) Das Wasser in den Röhren seines Osmometers stieg bei einem Gehalte von $\frac{1}{10}$ Procent kohlensaures Kali auf 167 Millimeter, bei 1 Procent auf 863 Millimeter (38 englische Zoll). In einem andern Versuche stieg das Wasser bei einem Gehalte von 1 Procent schwefelsaures Kali auf 12 Millimeter, beim Zusatz von $\frac{1}{10}$ Procent kohlensauren Kalis zu dieser Lösung auf 254 bis 264 Millimeter, dieselbe Kalilösung für sich nur auf 92 Millimeter. Von einem osmotischen Aequivalente kann, wenn die Membran chemisch verändert wird, keine Rede sein.

Die neuesten Untersuchungen Graham's über den Durchgang krystallinischer und der Krystallisation unfähiger Substanzen sind be-

bemerkt, daß in allen Theilen des Pflanzengebäudes in den Membranen und den Zellen, aus welchen sie bestehen, vor sich gehende unaufhörliche Veränderungen, Zersetzungen und Neubildungen, Vorgänge, für welche wir kein Maß besitzen, den osmotischen Proceß gänzlich ändern müssen, so daß also der Durchgang der Mineralsubstanzen durch die lebende Pflanzenmembran nach sehr zusammengesetzten Gesetzen erfolgt.

Die Landpflanzen verhalten sich zu dem Boden, in welchem sie wachsen, in ähnlicher Weise, wie die Seegewächse zum Seewasser. Ein und dasselbe Feld bietet den Pflanzen die Alkalien, alkalischen Erden, die Phosphorsäure und das Ammoniak in vollkommen gleicher Form und Beschaffenheit dar, aber keine Pflanzenasche ist in den relativen Verhältnissen ihrer Bestandtheile der Asche einer andern Pflanze gleich; selbst die Schmarotzerpflanzen, die ihre mineralischen Bestandtheile, in einer gewissen Weise zubereitet, von andern Pflanzen empfangen, verhalten sich, wie z. B. Viscum album, nicht wie ein aufgepfropfter Zweig zum Baum, sondern sie nehmen aus dem rohen Nahrungssafte ganz andere Verhältnisse davon auf (Annal. d. Chem. u. Pharm. L, 363). Da der Boden in Beziehung auf die Zufuhr dieser Stoffe vollkommen passiv sich verhält, so müssen Ursachen in der Pflanze selbst wirksam sein, die je nach ihrem Bedürfniß ihre Aufnahme regelt.

Die Beobachtungen von Hales (siehe Anhang C) zeigen, daß die Verdunstung an der Oberfläche der Blätter und Zweige einen mächtigen Einfluß auf die Bewegung der Säfte und die Aufnahme von Wasser aus dem Boden ausübt, und wenn die Pflanze ihre mineralischen Nahrungsmittel aus einer Lösung

---

sonders merkwürdig und versprechen über die Vorgänge im thierischen Organismus ein helleres Licht zu verbreiten.

empfängt, die sich im Boden bewegt und unmittelbar in die Wurzel übergeht, so müßte diese Ursache zwei Pflanzen verschiedener Gattung oder Art, die in gleichen Verhältnissen wachsen, die nämlichen Mineralsubstanzen in denselben relativen Verhältnissen zuführen, aber, wie bemerkt, zwei solcher Pflanzen enthalten diese Stoffe in den allerungleichsten Verhältnissen.

Thatsache ist, daß in Beziehung auf die Aufnahme der Nahrung durch die Wurzeln eine Auswahl statt hat. Bei den Wasserpflanzen, die unter Wasser wachsen, ist die Verdunstung als eine möglicherweise wirkende Ursache des Uebergangs völlig ausgeschlossen, und es muß bei diesen die aufnehmende Oberfläche eine sehr ungleiche Anziehung auf die verschiedenen Stoffe äußern, welche die Lösung in gleicher Form und Beweglichkeit darbietet, oder, was das Nämliche ist, es müssen ihrem Durchgang durch die äußersten Zellenschichten ungleiche Widerstände entgegenstehen. Bei den Wurzeln der Landpflanzen kann, nach dem ungleichen Verhältnisse der übergegangenen Stoffe zu schließen, dies nicht anders sein.

Das Vermögen der Wurzeln, den Uebergang gewisser Stoffe aus dem Boden in die Pflanze auszuschließen, ist nicht absolut; in dem Holz der Buche, Birke, Föhre hat Forchhammer (Poggend. Annal. XCV, 90) Blei, Zink, Kupfer, in dem der Eiche Zinn, Blei, Zink, Kobalt in äußerst kleinen Spuren nachgewiesen, und der Umstand, daß namentlich die äußerste Rinde oder Borke Metalle dieser Art in bemerklich größerer Menge als das Holz enthält, deutet schon darauf hin, daß ihre Gegenwart zufällig ist, und daß sie in dem Pflanzenleben keine Rolle spielen.

Wie klein die Mengen dieser Metalle sein müssen, welche die Wurzeln dieser Bäume aufnehmen, wird man danach beurtheilen können, daß die chemische Analyse bis jetzt nicht im

Stande gewesen ist, außer Mangan und Eisen Spuren von einem der andern Metalle im Wasser der Brunnen, Bäche oder Quellen nachzuweisen, und ihr Vorkommen in diesen Holzpflanzen, welche während eines halbhundertjährigen Wachsthumes und länger, ungeheure Mengen von Wasser aufgenommen und verdunstet haben, ist der einzige Beweis, den wir besitzen, daß dieses Wasser wirklich diese Metalle in irgend einer Form enthalten haben muß.

Die Beobachtungen von de Saussure, Schloßberger und Herth zeigen, daß die Wurzeln von Land- und Wasserpflanzen aus sehr verdünnten Salzlösungen Wasser und Salz in ganz anderen Verhältnissen in sich aufnehmen, als die Flüssigkeit enthält, in allen Fällen ein größeres Verhältniß von Wasser und eine kleinere Menge von Salz. In Pflanzen, die mit verdünnten Lösungen von Barytsalzen begossen wurden, fand Daubeny keinen Baryt, den Knop in ähnlichen Versuchen bei anderen nachwies. Das allgemeine Ergebniß aller dieser Versuche ist, daß die Pflanzen für sich das Vermögen nicht besitzen, der chemischen Wirkung von Salzen und anderen unorganischen Verbindungen auf die unendlich feine Wurzelmembran einen dauernden Widerstand entgegenzusetzen.

Die große Mehrzahl aller Landpflanzen vertragen in ihrem natürlichen Zustande im Boden keine Salzlösungen von der Concentration, wie sie in diesen Experimenten angewendet wurden, ohne zu kränkeln und abzusterben, und es wirken sogar kohlensaures Kali und Ammoniak, Stoffe, von denen wir mit Bestimmtheit wissen, daß sie Nahrstoffe sind, auf viele Pflanzen als Gifte ein, wenn sie im Wasser, welches sich im Boden bewegt, nur in so geringer Menge vorhanden sind, daß dieses rothes Lackmuspapier deutlich bläut. Es wäre andererseits sehr wunderbar, wenn die Wurzeln einer Pflanze außerhalb des Bodens

und in Verhältnissen, die ihrer Natur nicht entsprechen, unter dem Einfluß der Verdunstung für Salzlösungen undurchdringlich wären*).

Von einem ganz andern Gesichtspunkte, als wie die Metalle, welche Forchhammer in Holzpflanzen fand, müssen diejenigen Mineralsubstanzen angesehen werden, welche, wie das Eisen, constant, wenn auch in sehr kleinen Mengen, in allen Pflanzen vorkommen.

Wir kennen die Rolle, welche das Eisen im thierischen Organismus spielt, in dem es verhältnißmäßig in nicht größerer Menge vorkommt, als im Getreidesamen, und sind vollkommen überzeugt, daß ohne einen gewissen Eisengehalt in der Nahrung der Thiere die Bildung der Blutkörperchen, welche eine Hauptfunction des Blutes vermitteln, unmöglich ist, und wir sind gezwungen, dem Abhängigkeitsgesetz gemäß, welches das Leben der Thiere und Pflanzen verkettet, auch dem Eisen in der Pflanze einen thätigen Antheil an ihren Lebensfunctionen zuzuschreiben, so zwar, daß mit dessen Ausschluß ihr Bestehen gefährdet wird.

Bis jetzt hat die Chemie nur denjenigen unverbrennlichen

---

*) Wenn der eine lange Schenkel einer heberförmig gebogenen, mit Wasser gefüllten, mit dicker Schweins- oder Ochsenblase verschlossenen Röhre in Salzwasser oder Oel gestellt und der andere Schenkel der Luft ausgesetzt wird, so verdunstet das Wasser in den Poren der Blase, womit der kurze Schenkel verschlossen ist; durch die capillare Wirkung der Blase wird das in Gasform ausgeflossene Wasser auf der anderen Seite der Blase wieder aufgenommen, und es entsteht in dieser Weise in dem Innern der Röhre ein leerer Raum und in Folge desselben ein vermehrter Druck auf die beiden Blasenoberflächen, wodurch das Salzwasser oder das Oel durch die Blase in die Röhre eingetrieben wird. (Untersuchungen über einige Ursachen der Säftebewegung von J. v. Liebig, Braunschweig bei Fr. Vieweg und Sohn 1848, S. 67.) Eine Pflanze kann sich in gleichen Verhältnissen nicht anders verhalten, als eine mit durchdringlichen porösen Membranen geschlossene Röhre.

Stoffen einen bestimmten Antheil an dem Lebensproceß der Pflanzen zugeschrieben, welche allen gemein sind, und die nur in ihren relativen Verhältnissen in den Pflanzen abweichen; wenn aber die Vermuthung sich bestätigt, daß das Eisen ein constanter Bestandtheil des Blattgrüns und mancher Blumenblätter ist, so kann man sich denken, daß andere in den Pflanzenvarietäten constant vorkommende Metalle, wie Mangan in der Pavonia und Zostera, der Trapa natans, vielen Holzpflanzen und manchen Getreidearten und der Theestaude, Antheil an den vitalen Functionen nehmen und gewisse Eigenthümlichkeiten davon abhängig sind. Die Viola calaminaria, welche so charakteristisch für die Zinklager bei Aachen ist, daß man neue Fundorte der Zinkerze nach dem Standorte der Pflanze aufgesucht hat, enthält in ihrer Asche Zinkoxyd (Alex. Braun).

So wie das Chlornatrium (Kochsalz) und Chlorkalium für manche Pflanze eine Bedingung ihres Gedeihens ist, so spielt offenbar das Jodkalium in anderen eine ähnliche Rolle, und wenn man die eine als eine Chlorpflanze bezeichnet, so wird man mit gleichem Rechte andere als Jodpflanzen oder Manganpflanzen*) (Fürst Salm-Horstmar) bezeichnen können. Die Ungleichheit in dem Gehalte an Jod in verschiedenen Varietäten von Fucus (Goedechens) oder von Thonerde in Lycopodium-Arten (Graf Laubach) ist freilich unerklärt, allein das Vermögen der Pflanzen, Stoffe, wie das Jod, dem Seewasser, in dem sie wachsen, auch in der kleinsten Menge zu entziehen und in ihrem Organismus anzuhäufen und festzuhalten, kann nur dadurch erklärt werden,

*) Die Untersuchungen der folgenden Wasserpflanzen ergaben in ihrer Asche beträchtliche Mengen von Mangan und Eisen; von Mangan enthielt das Wasser keine Spuren: Victoria regia (im Blattstiele vorzüglich Mangan, im Blatte Eisen), Nymphaea coerulea, dentata, lutea, Hydrocharis Humboldti, Nelumbium asperifolium (Dr. Zöller).

daß sie in der Pflanze selbst mit gewissen Theilen derselben eine Verbindung eingegangen sind, wodurch ihre Rückkehr in das Medium, dem sie entzogen worden sind, so lange die Pflanze lebt, verhindert wird *).

Man könnte sich denken, daß in einer Pflanze in Beziehung auf die aus der Luft und dem Boden aufgenommenen Stoffe ein Zustand der Sättigung besteht, und daß alle Stoffe ohne Unterschied, welche die Lösung im Boden darbietet, oder unter Mitwirkung der Wurzeln löslich gemacht wurden, aufgenommen werden. Unter diesen Verhältnissen könnte natürlich nur derjenige Stoff in der Pflanze von Außen übergehen oder angezogen werden, welcher aus der Lösung innerhalb zu einem Bildungszweck derselben entzogen wird; die Nymphaea alba und Arundo phragmites nehmen nach den Untersuchungen von Schultz-Fleeth aus demselben Boden und Wasser die erstere nahe 13 Procent, die andere 4,7 Procent Aschenbestandtheile und darin Kieselsäure in der ungleichsten Menge auf. Die Asche der Nymphaea enthält noch nicht $^1/_2$, die des Rohrs über 71 Procent. Nach der eben angedeuteten Ansicht wird den Wurzeln beider Pflanzen gleichviel Kieselsäure dargeboten und sie nehmen, dem Volum des Saftes entsprechend, gleichviel davon auf. In der Rohr-

*) In Beziehung auf den Kupfergehalt des Weizen- und Roggensamens, welchen Meier in Kopenhagen als constanten Bestandtheil in beiden nachgewiesen hat, sagt Forchhammer (Poggendorff's Annal. XC, 92): „Es ist ein durch lange Praxis bewährtes Mittel, die Weizenkörner, welche zur Saat bestimmt sind, in einer Auflösung von schwefelsaurem Kupfer einzuweichen. Die gewöhnliche Erklärung dieser Erfahrung ist, daß der Kupfervitriol die Keime der Schwämme vernichte, welche den Weizen angreifen, eine Erklärung, von der ich auf keine Weise behaupten will, daß sie unrichtig sei; man könnte sich aber auch denken, wenn das Kupfer für den Weizen nothwendig ist, daß man durch dieses Mittel dem Mangel an dem zum kräftigen Wachsthum des Weizens nothwendigen Kupfer abhilft.“

pflanze wird die aufgenommene Kieselsäure dem Safte unausgesetzt entzogen und in den Blättern, Blatträndern, Blattscheiden u. s. w. in festem Zustande abgelagert. Der Saft innerhalb enthält weniger wie die Lösung außerhalb, und es würde in Folge davon neue Kieselsäure von Außen aufgenommen, bei der Nymphaea aber nicht, weil die übergegangene in dieser nicht verbraucht wird.

Nimmt man für den Uebergang der Kohlensäure und Phosphorsäure denselben Grund an, so besitzt die Pflanze kein eigentliches Wahlvermögen, sondern der Uebergang der Nahrungsstoffe wird durch osmotische Verhältnisse bedingt.

Es kann zwar nicht geleugnet werden, daß das Wachsen selbst oder die Zunahme an Masse eine Bedingung der Aufnahme der Nahrungsstoffe ist; denn so wie es sicher ist, daß eine Pflanze nicht wächst, wenn ihr keine Nahrung dargeboten wird, so ist es eben so gewiß, daß sie keine Nahrung aufnimmt, wenn die äußeren Bedingungen dem Wachsthume nicht günstig sind; allein die oben angedeutete Ansicht zwingt zu Voraussetzungen, die sich in der Natur nicht begründen lassen; die eine z. B. ist, daß sich außerhalb der Wurzeln wirklich eine Lösung befinde, die alle Aschenbestandtheile der Gewächse enthält, die andere, daß die Wurzeln der Pflanzen insgesammt eine ähnliche Structur und der Saft derselben die nämliche Beschaffenheit besitzen.

Was die Wurzeln betrifft, so scheinen die gewöhnlichsten Beobachtungen zu beweisen, daß sie ein verschiedenes Aneignungsvermögen für mineralische Nahrung besitzen, was sich in einer ungleichen Anziehung äußert; nicht alle gedeihen gleich gut in jedem Boden, die eine Pflanze in weichem, die andere in hartem oder kalkreichem Wasser, andere nur in Sümpfen, manche auf kohlenstoff- und säurereichen Feldern, wie die Torfpflanzen, andere wieder nur auf solchen, welche reichliche Men-

gen von alkalischen Erden enthalten. Viele Moose und Flechten wachsen nur auf Steinen, deren Oberfläche sie merklich verändern, andere, wie die Köleria, vermögen dem Kieselsande die spärlich beigemengte Phosphorsäure und das Kali zu entziehen; die Graswurzeln greifen die feldspathigen Gesteine an, deren Verwitterung dadurch beschleunigt wird. Die Rüben, Esparsette und Luzerne, sowie die Eiche und Buche empfangen die Hauptmasse ihrer Nahrung aus dem an Humus armen Untergrund, während die Halm- und Knollengewächse vorzugsweise in der Ackerkrume und im humusreichen Boden gedeihen; die Wurzeln vieler Schmarotzerpflanzen sind vollkommen unfähig, der Erde die ihnen nöthige Nahrung zu entziehen, und es sind die Wurzeln anderer Pflanzen, die sie ihnen zubereiten; wieder andere, wie die Pilze, entwickeln sich nur auf Pflanzen- und Thierüberresten, deren stickstoffhaltige und stickstofffreie Bestandtheile sie zu ihrem Aufbau verwenden.

Diese Thatsachen in ihrer richtigen Bedeutung erkannt, scheinen jeden Zweifel über die ungleiche Wirkung der Wurzeln der Pflanzen auf den Boden zu beseitigen, sowie wir denn wissen, daß das gemeine Lycopodium und Farnkraut Thonerde aufnehmen, die wir aber in der Form, in welcher sie in jeder fruchtbaren Erde vorkommt, nicht als löslich in reinem und kohlensaurem Wasser kennen und welche in keiner andern Pflanze nachgewiesen werden kann, die neben dem Lycopodium auf dem nämlichen Boden wächst; in gleicher Weise hat Schultz-Fleeth in dem Wasser, in welchem sich Arundo phragmites, eine der an Kieselsäure reichsten Pflanze, entwickelt, in 1000 Theilen keine durch das Gewicht bestimmbare Menge Kieselsäure vorgefunden.

Der Boden.

Aus dem Boden empfangen die Gewächse die zu ihrer Entwickelung nöthige Nahrung, und es ist die Bekanntschaft mit seinen chemischen und physikalischen Eigenschaften für das Verständniß des Ernährungsprocesses der Gewächse und der Operationen des Feldbaues von Wichtigkeit. Es ist selbstverständlich, daß ein Boden, um fruchtbar für die Culturgewächse zu sein, als erste Bedingung die Nahrungsmittel derselben in genügender Menge enthalten muß; allein die chemische Analyse, welche dieses Verhältniß bestimmt, giebt nur selten einen richtigen Maßstab zur Beurtheilung der Fruchtbarkeit verschiedener Bodenarten ab, weil die darin enthaltenen Pflanzennahrungsmittel, um wirksam oder aufnahmfähig zu sein, eine gewisse Form und Beschaffenheit besitzen müssen, welche die Analyse nur unvollkommen anzeigt.

Der rohe Boden, sowie die Erde, welche aus dem Staub und getrocknetem Schlamm der Landstraßen entsteht, bedeckt sich nach kurzer Zeit mit Unkrautpflanzen, und während er für die Cultur von Halm- und Küchengewächsen oft noch ungeeignet ist, ist er darum nicht unfruchtbar für andere Pflanzen, welche, wie Klee, Esparsette und Luzerne, einer großen Menge Nahrung bedürfen, und die wir häufig auf den Abhängen von Eisenbahndämmen, die aus nie cultivirter Erde aufgeschüttet sind, mit Ueppigkeit gedeihen sehen. Ein ähnliches Verhältniß zeigt der Untergrund vieler Felder; bei manchen verbessert die Erde aus tieferen Schichten die Ackerkume und macht sie fruchtbarer, bei

anderen wirkt der Untergrund, der Ackerkrume beigemischt, geradezu als Gift.

Der rohe, für Halm- und Küchengewächse unfruchtbare Boden bietet die bemerkenswerthe Erscheinung dar, daß er allmälig durch fleißige, mehrjährige Bearbeitung und durch den Einfluß der Witterung fruchtbar für Pflanzen wird, die er sonst nicht trägt; und es kann der Unterschied zwischen fruchtbarer Ackerkrume und unfruchtbarem rohen Boden nicht auf einer Ungleichheit in ihrem Gehalte an Nahrungsstoffen beruhen, weil in der Cultur im Großen bei Ueberführung des rohen Bodens in fruchtbare Ackererde der erstere nichts empfängt, sondern durch den Bebau mit anderen Pflanzen eher ärmer gemacht als bereichert wird.

Der Unterschied zwischen dem Untergrund und der Ackerkrume oder dem rohen und cultivirten Boden kann bei gleichem Gehalt an Nahrungsstoffen nur darin begründet sein, daß der cultivirte Boden die Nahrungsstoffe der Gewächse nicht nur in einer gleichförmigeren Mischung, sondern auch in einer andern Form enthält.

Da nun durch die erwähnten Ursachen der rohe Boden das Vermögen empfängt, die in ihm vorhandenen Nahrungsstoffe in eben der Menge und der nämlichen Zeit wie der cultivirte Boden abzugeben, Eigenschaften, die ihm für gewisse Pflanzen früher abgingen, so kann nicht geleugnet werden, daß in der Art und Weise, wie diese Stoffe ursprünglich darin vorhanden waren, eine Aenderung vor sich gegangen ist.

Wenn wir uns eine Erde denken, die aus den Trümmern von Gebirgsarten entstanden ist, so sind in den kleinsten Theilen derselben die Nahrungsstoffe der Pflanzen, das Kali z. B., in einem Silicate, durch die chemische Anziehung der Kieselsäure, der Thonerde u. s. w., festgehalten, welche durch eine mächtigere

Anziehung überwunden werden muß, wenn das Kali frei und übergangsfähig in die Pflanze werden soll, und wenn gewisse Pflanzen in einer solchen Erde sich vollständig entwickeln können, während sie für andere unfruchtbar ist, so muß vorausgesetzt werden, daß die ersteren die chemischen Widerstände zu überwinden vermögen, die anderen nicht, und wenn der nämliche Boden nach und nach fruchtbar auch für diese anderen wird, so kann der Grund nur darin gesucht werden, daß durch die vereinigten Wirkungen der Atmosphäre, des Wassers und der Kohlensäure, sowie durch die mechanische Bearbeitung die chemischen Widerstände überwunden und die Nährstoffe in eine Form gebracht worden sind, in der sie übergangsfähig durch die Wirkung schwacher Anziehungen, oder wie man häufig sagt, aufnehmbar durch Pflanzen mit der schwächsten Vegetationskraft werden.

Ein Boden ist nur dann vollkommen fruchtbar für eine Pflanzenart, für Weizen z. B., wenn jeder Theil seines Querschnittes, der mit Pflanzenwurzeln in Berührung ist, die für den Bedarf der Weizenpflanze erforderliche Menge Nahrung in einer Form enthält, welche den Wurzeln gestattet, sie in jeder Periode der Entwickelung der Pflanze in der richtigen Zeit und in richtigem Verhältnisse aufzunehmen.

Die Eigenschaft der Ackerkrume, die den Gewächsen wichtigsten Nahrungsmittel, wenn sie in reinem oder kohlensaurem Wasser gelöst damit in Berührung kommen, diesen Lösungen zu entziehen, ist allgemein bekannt (siehe Liebig, Ueber einige Eigenschaften der Ackerkrume, Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 105. 109); dieses Vermögen verbreitet Licht über die Form und Beschaffenheit, in welcher diese Stoffe im Boden enthalten oder gebunden sind.

Um diese Eigenschaft in ihrer Bedeutung für das Pflanzenleben richtig zu würdigen, ist es nothwendig, sich an die Kohle

zu erinnern, welche, wie die Ackerkrume, Farbstoffe, Salze und Gase vielen Flüssigkeiten entzieht.

Dieses Vermögen der Kohle beruht auf einer Anziehung, die von ihrer Oberfläche ausgeht, und es haften die der Flüssigkeit entzogenen Stoffe an der Kohle in ganz ähnlicher Weise, wie der Farbstoff an der Faser gefärbter Zeuge, welche damit überzogen ist.

Die Eigenschaft, gefärbte Flüssigkeiten zu entfärben, welche die thierische Wolle und Pflanzenfaser mit der Kohle theilen, wird bei der letzteren nur dann bemerkbar, wenn sie eine gewisse poröse Beschaffenheit besitzt.

Die gepulverte Steinkohle, die glänzende, glatte, blasige Zuckerkohle oder Blutkohle haben kaum eine entfärbende Wirkung, während die poröse Blutkohle oder die feinporige Knochenkohle in dieser Eigenschaft alle anderen übertreffen.

Auch bei der Holzkohle steht die großporige Pappel- oder Fichtenkohle der Buchen- oder Buchsbaumholzkohle nach; alle diese Kohlensorten entfärben im Verhältniß zu ihrer den Farbstoff anziehenden Oberfläche. Die Kraft, mit welcher die Kohle die Farbstoffe anzieht, ist in ihrer Stärke der schwachen Verwandtschaft des Wassers zu den Salzen vergleichbar, die darin gelöst werden, deren chemischer Charakter dadurch nicht verändert wird. In der Lösung eines Salzes im Wasser ist das Salz flüssig, seine Theile sind beweglich geworden, in allem Uebrigen behält es seine Eigenthümlichkeiten, die bekanntlich bei Einwirkung einer stärkeren Verwandtschaft, als die des Wassers, vollkommen vernichtet werden.

In dieser Beziehung ist die Anziehung der Kohle der des Wassers ähnlich; das Wasser und die Kohle ziehen beide den gelösten Stoff an; ist die Anziehung der Kohle um etwas größer als die des Wassers, so wird er demselben vollständig entzogen,

ist sie bei beiden gleich, so theilen sie sich hinein und die Entziehung ist nur partiell.

Die von der Kohle angezogenen Stoffe behalten alle ihre chemischen Eigenschaften, sie bleiben was sie sind; sie haben nur ihre Löslichkeit im Wasser verloren, und sehr schwache, die Anziehung des Wassers im geringsten Grade verstärkende Eigenschaften reichen hin, um der Kohle die aufgenommenen ihre Oberfläche überziehenden Stoffe wieder zu entziehen. Durch einen schwachen Zusatz von Alkali zum Wasser kann man der Kohle, die zum Entfärben gedient hat, den Farbstoff, durch Behandlung mit Weingeist das aus einer Flüssigkeit aufgenommene Chinin oder Strychnin entziehen.

In allen diesen Eigenschaften verhält sich die Ackerkrume der Kohle gleich; eine verdünnte, braungefärbte, starkriechende Mistjauche durch Ackererde filtrirt, fließt farb- und geruchlos hindurch, sie verliert aber nicht nur ihren Geruch und ihre Farbe, sondern auch das darin gelöste Ammoniak, das Kali und die Phosphorsäure werden der Flüssigkeit von der Ackererde je nach ihrer Quantität mehr oder weniger vollständig und noch in weit größerem Maße wie von der Kohle entzogen. Das Gestein, aus welchem die Ackerkrume durch Verwitterung entstanden ist, besitzt in fein gepulvertem Zustande dieses Vermögen so wenig wie die gepulverte Steinkohle; ganz im Gegentheil werden manchen Silicaten durch Berührung mit reinem oder kohlensäurehaltigem Wasser Kali, Natron und andere Bestandtheile entzogen, und sie selbst können sie demnach dem Wasser nicht entziehen. Das Absorptionsvermögen der Ackererde für Kali, Ammoniak und Phosphorsäure steht in keinem bemerklichen Zusammenhang mit ihrer Zusammensetzung; eine thonreiche Erde mit wenigen Procenten Kalk besitzt es in gleichem Grade wie ein Kalkboden mit geringen

Beimischungen von Thon; ihr Gehalt an humosen Stoffen ändert das Absorptionsverhältniß.

Die nähere Betrachtung giebt zu erkennen, daß das Absorptionsvermögen der Ackerkrume in eben dem Grade wie ihre Porosität oder Lockerheit abweicht, der dichte schwere Lehm und der am wenigsten poröse Sandboden besitzen sie im geringsten Grade.

Man kann nicht daran zweifeln, daß alle Gemengtheile der Ackererde an diesen Eigenschaften Theil haben, aber nur dann, wenn sie eine gewisse mechanische Beschaffenheit, ähnlich der Holz- oder Thierkohle, besitzen, und daß sie bei der Ackererde wie bei der Kohle auf einer Flächenanziehung beruht, die man darum als eine physikalische Anziehung bezeichnet, weil die angezogenen Theile keine eigentliche chemische Verbindung eingehen, sondern ihre chemischen Eigenschaften behaupten *).

Die Ackerkrume ist aus Gesteinen und Gebirgsarten durch die Wirkung mächtiger mechanischer und chemischer Ursachen entstanden, die ihre Zertrümmerung, Zersetzung und Aufschließung bewirkt haben. Mit einem vielleicht nicht ganz zutreffenden Bilde verglichen, verhält sich das Gestein zu dem Product seiner Verwitterung, der Ackerkrume, wie das Holz oder die Pflanzenfaser zum Humus, der aus ihrer Verwesung entsteht.

Die nämlichen Ursachen, welche das Holz in wenigen Jahren in Humus verwandeln, wirken auch auf die Felsarten ein, aber es gehörte vielleicht ein Jahrtausend der vereinigten

*) Unter physikalischer Anziehung wird hier nicht eine besondere anziehende Kraft, sondern die gewöhnliche chemische Affinität gemeint, die dem Grade nach in ihren Aeußerungen verschieden erscheint.

Wirkungen des Wassers, Sauerstoffs, der Kohlensäure dazu, um aus Basalt, Trachit, Feldspath, Porphyr eine linienhohe Schicht Ackerkrume, so wie man sie in den Ebenen von Flußthälern und Niederungen abgelagert findet, mit allen den chemischen und physikalischen Eigenthümlichkeiten zu bilden, die sie für die Ernährung der Pflanzen geeignet machen; so wenig wie die Sägespähne die Eigenschaft des Humus besitzen, eben so wenig kommen den gepulverten Gesteinen die Eigenschaften der Ackerkrume zu; das Holz kann in Humus, das gepulverte Gestein in Ackererde übergehen, aber für sich betrachtet sind es grundverschiedene Dinge, und keine menschliche Kunst vermag die Wirkungen in den unmeßbaren Zeiträumen nachzuahmen, welche erforderlich waren, um die verschiedenen Gebirgsarten in fruchtbare Ackererde zu verwandeln.

Die Ackererde, als das Residuum der durch Verwitterung veränderten Felsarten, verhält sich in ihrem Absorptionsvermögen für unorganische gelöste Stoffe ganz wie das Residuum der durch den Einfluß der Hitze veränderten Holzfaser zu gelösten organischen Stoffen.

Es ist erwähnt worden, daß die Ackererde aus einer Lösung von kohlensaurem Kali, Ammoniak, oder von phosphorsaurem Kalk in kohlensaurem Wasser das Kali, Ammoniak und die Phosphorsäure entzieht, ohne daß ein Austausch mit den Bestandtheilen der Erde statthat. In dieser Beziehung ist die Wirkung der Ackererde der der Kohle vollkommen gleich, sie geht aber noch weiter.

Wenn nämlich das Kali und Ammoniak mit einer Mineralsäure verbunden sind, welche die stärkste Verwandtschaft dazu hat, so wird ihre Verbindung damit durch die Ackererde zersetzt, das Kali wird ebenso absorbirt, wie wenn die Säure nicht damit verbunden gewesen wäre.

In dieser Eigenschaft gleicht die Ackererde der Knochenkohle, welche durch ihren Gehalt an phosphorsauren alkalischen Erden viele Salze zersetzt, die von einer daran freien Kohle nicht verändert werden, und es haben an diesem Zersetzungsvermögen der Ackererde unzweifelhaft die darin stets vorhandenen Kalk- und Magnesiaverbindungen Antheil.

Wir müssen uns denken, daß die anziehende Kraft der Erdtheilchen für sich nicht stark genug wäre, um z. B. das Kali der Salpetersäure zu entziehen, und daß die Anziehung der Bittererde oder des Kalks zur Salpetersäure hinzukommen muß, um den Salpeter zu zersetzen. Von der einen Seite zieht die Erde das Kali, von der andern der Kalk oder die Bittererde in der Erde die Salpetersäure an, und so geschieht durch den Einfluß einer zusammengesetzten Anziehung, wie in unzähligen Fällen in der Chemie, eine Trennung, welche durch eine einfache nicht erfolgen würde.

Nur darin weicht der Vorgang in der Ackererde von den gewöhnlichen chemischen Processen ab, daß bei den letzteren in der Regel kein lösliches Kalisalz durch ein unlösliches Kalksalz in der Art zersetzt wird, daß das Kali unlöslich und der Kalk löslich wird; es ist hierbei offenbar noch eine andere Anziehung thätig, welche die Wirkung der chemischen Verwandtschaft ändert. Wenn eine Lösung von phosphorsaurem Kalk in kohlensaurem Wasser durch einen Trichter voll Erde filtrirt wird, so nimmt zunächst die oberste Schichte der Erde die Phosphorsäure oder den phosphorsauren Kalk aus der Lösung auf; einmal damit gesättigt, hindert sie den Durchgang des gelösten phosphorsauren Kalkes nicht mehr, die Lösung gelangt mit ihrem vollen Gehalt an die darunter liegende Schichte, die sich wieder damit sättigt, und in dieser Weise verbreitet sich der phosphorsaure Kalk nach und nach vollständig in dem Trichter voll Erde, so daß jedes

Theilchen derselben gleich viel davon an seiner Oberfläche festhält; wäre der phosphorsaure Kalk krapproth und die Erde farblos, so würde diese das Ansehen eines Krapplacks haben. In ganz gleicher Weise verbreitet sich das Kali in der Erde, wenn man eine Lösung von kohlensaurem Kali durchfiltrirt; die unteren Schichten empfangen, was die oberen nicht zurückhalten.

Es bedarf keiner besonderen Auseinandersetzung, um zu verstehen, daß der phosphorsaure Kalk in einem Körnchen Knochenmehl sich genau auf dieselbe Weise in der Ackererde verbreitet, mit dem Unterschiede, daß die Lösung des phosphorsauren Kalks in Regenwasser, welches Kohlensäure enthält, sich an dem Orte selbst bildet, wo das Körnchen liegt, und sich von da aus abwärts und nach allen Seiten hin verbreitet.

In ganz gleicher Weise verbreiten sich das Kali und die Kieselsäure, welche durch die Verwitterung oder durch die Wirkung von Wasser und Kohlensäure auf Silicate löslich geworden sind, sowie das Ammoniak, welches durch das Regenwasser zugeführt oder durch die Fäulniß der stickstoffhaltigen Bestandtheile der abgestorbenen Wurzeln der auf dem Felde aufeinanderfolgenden Pflanzenvegetationen gebildet worden ist.

Eine jede Erde muß demnach das Kali, die Kieselsäure und Phosphorsäure in zweierlei Formen, in chemisch und in physikalisch gebundenem Zustande, enthalten, in der einen Form unendlich verbreitet an der Oberfläche der porösen Ackerkrumetheilchen haftend, in der anderen in Form von Körnchen Phosphorit oder Apatit und feldspathigen Gesteinen sehr ungleich vertheilt.

In einer an Silicaten und phosphorsaurem Kalke reichen Erde, welche Jahrtausende lang der lösenden Kraft des Wassers und der Kohlensäure ausgesetzt gewesen ist, werden die Theile derselben überall physikalisch mit Kali, Ammoniak, Kie-

selsäure und Phosphorsäure gesättigt sein, und es kann der Fall vorkommen, wie bei der sogenannten russischen Schwarzerde, daß sich im Untergrunde der gelöste aber nicht absorbirte phosphorsaure Kalk in Concretionen oder krystallisirt wieder absetzt.

In diesem Zustande der physikalischen Bindung besitzen die Nahrungsmittel offenbar die für den Pflanzenwuchs allergünstigste Beschaffenheit; denn es ist klar, daß die Wurzeln der Pflanzen an allen Orten, wo sie mit der Erde in Berührung sind, die ihnen nöthigen Nahrungsstoffe in diesem Zustande ebenso vertheilt und vorbereitet vorfinden, wie wenn diese Stoffe im Wasser gelöst wären, aber für sich nicht beweglich und mit einer so geringen Kraft festgehalten, daß die kleinste lösende Ursache, welche hinzukommt, hinreicht, um sie zu lösen und übergangsfähig in die Pflanze zu machen.

Wenn es wahr ist, daß die Wurzeln der Culturpflanzen nicht vermögend sind, durch eine in ihnen wirkende Ursache die Kraft zu überwinden, welche das Kali und die Kieselsäure in den Silicaten festhält, sondern daß nur die physikalisch gebundenen das erforderliche Lösungs- und Ernährungsvermögen besitzen, daß diese nur den Wurzeln zugänglich und aufnehmbar sind, so erklärt sich die Verschiedenheit des cultivirten von dem rohen Boden oder dem unfruchtbaren Untergrund.

Nichts kann sicherer sein, als daß durch die mechanische Bearbeitung des Feldes und durch den Einfluß der Witterung die Ursachen verstärkt werden, welche die Verwitterung und Aufschließung der Mineralien und die gleichmäßige Verbreitung der darin vorhandenen und löslich werdenden Pflanzennahrungsstoffe bedingen. Die chemisch gebundenen treten aus der Verbindung aus und empfangen in dem nach und nach

in Ackerkrume übergehenden Boden die Form, in welcher sie für die Pflanze aufnahmsfähig sind. Man versteht, daß der rohe Boden nur allmälig die Eigenschaften der Ackerkrume empfangen kann, und daß die Zeit des Uebergangs im Verhältniß steht zu der Menge der vorhandenen Nahrungsstoffe überhaupt und zu den Hindernissen, die sich ihrer Verbreitung oder der Verwitterung und Aufschließung entgegensetzen. Die perennirenden Gewächse, namentlich die sogenannten Unkräuter, werden, weil sie der Zeit nach weniger brauchen und länger aufnehmen, auf einem solchen Boden zuerst, jedenfalls früher gedeihen als ein Sommergewächs, welches in seiner kürzeren Vegetationszeit weit mehr Nahrungsstoffe für seine volle Entwickelung vorfinden muß.

In eben dem Grade, als der Boden länger bearbeitet und cultivirt wird, wird er immer mehr für die Cultur der Sommergewächse geeignet, weil die Ursachen wiederkehren und fortwirken, durch welche die Pflanzennahrungsstoffe aus dem Zustand der chemischen in den der physikalischen Bindung übergeführt werden. Um im vollsten Sinne ernährungsfähig zu sein, muß der Boden an allen Stellen, die mit den Pflanzenwurzeln in Berührung sich befinden, Nahrung an sie abgeben können, und so wenig auch, der Menge nach, diese Nahrung betragen mag, so nothwendig ist es doch, daß der Boden allerorts dieses Minimum enthält.

Das Ernährungsvermögen des Bodens für die Culturgewächse steht hiernach in geradem Verhältnisse zu der Quantität der Nahrungsstoffe, die er im Zustande der physikalischen Sättigung enthält. Die Menge der anderen, die sich in chemischer Verbindung in der Erde verbreitet vorfinden, besitzt insofern eine hohe Wichtigkeit, als durch sie der Zustand der Sättigung wieder hergestellt

werden kann, wenn die physikalisch gebundenen Nährstoffe dem Boden in einer Reihe von Culturen entzogen worden sind.

Durch den Anbau tiefwurzelnder Gewächse, welche die Hauptmasse ihrer Nahrung aus dem Untergrunde empfangen, wird der Erfahrung gemäß die Fruchtbarkeit der Ackerkrume für ein nachfolgendes Halmgewächs nicht merklich vermindert, aber diese können einander nicht folgen, ohne daß der Boden seine Fähigkeit verliert, nach einer verhältnißmäßig kurzen Reihe von Jahren lohnende Ernten zu liefern.

Dieser Zustand der Erschöpfung ist bei der Mehrzahl der Culturfelder nicht dauernd; wenn der Boden ein oder mehrere Jahre brach liegt, und rascher noch, wenn er in der Brachzeit fleißig bearbeitet wird, so empfängt er wieder das Vermögen, eine lohnende Ernte eines Halmgewächses zu liefern.

Wenn der Grund dieses für die Landwirthschaft überaus wichtigen und durch tausendjährige Erfahrung festgestellten Verhaltens, welches die chemische Analyse völlig unerklärt läßt, darauf beruht, daß die Halmpflanze nur von den physikalisch in der Ackerkrume gebundenen Nährstoffen lebt, so ist diese merkwürdige Erscheinung der wiedergewonnenen Ertragsfähigkeit, ohne alle Zufuhr durch Dünger, leicht verständlich. Denn in dieser Form macht zwar diese Nahrung dem Gewicht nach nur einen kleinen Theil der Erde aus, ertheilt aber einem großen Volumen derselben ihr Ernährungsvermögen, und es ist einleuchtend, daß wenn die Pflanze durch ihre unzähligen unterirdischen Auffaugungsorgane der Erde diese physikalisch gebundenen Nährstoffe entzogen hat, ein Boden, der nicht sehr reich daran ist, sehr rasch für die Cultur dieser Pflanzen ungeeignet werden muß.

Wenn nun der cultivirte Boden seiner Hauptmasse nach aus Gemengtheilen besteht, welche identisch mit den Bestand-

theilen des rohen Bodens sind, so versteht man, da die Ursachen unaufhörlich fortwirken, welche diese Gemengtheile zersetzen und einen Ortswechsel ihrer den Pflanzen dienlichen Bestandtheile bedingen, wie durch den Einfluß dieser Ursachen der erschöpfte Boden, der in diesem Falle nichts anderes ist, als der wieder in den rohen Zustand zurückgeführte Boden, die verlorenen Eigenschaften wieder erlangen muß. Indem ein Theil der chemisch gebundenen Nährstoffe in den Zustand der physikalischen Bindung übergeht, erlangt das Feld wieder das Vermögen, Nahrung an eine neue Vegetation in solcher Menge abzugeben, daß die Erträge im landwirthschaftlichen Sinne wieder lohnend werden.

Ein erschöpftes Feld, welches durch die Brache wieder ertragsfähig wird, ist demnach ein solches, in welchem es an der Menge der zu einer vollen Ernte nöthigen Nährstoffe in physikalisch-gebundenem Zustande fehlt, während es einen Ueberschuß von chemisch gebundenen Nährstoffen enthält; Brachzeit heißt hiernach die Zeit, in welcher die Umlegung oder der Uebergang der Nährstoffe aus dem einen in den andern Zustand statt hat; nicht die Summe der Nährstoffe wird in der Brache vermehrt, sondern die Anzahl der ernährungsfähigen Theile derselben.

Was hier für alle mineralischen Nährstoffe ohne Unterschied gesagt ist, gilt natürlich für jeden einzelnen Bestandtheil des Bodens, den die Pflanze bedarf; die Erschöpfung des Feldes kann in vielen Fällen darauf beruhen, daß es für die darauf folgende Halmfrucht an aufnehmbarer Kieselsäure gefehlt hat, während an den anderen Nährstoffen ein Ueberfluß vorhanden war.

Es liegt in der Natur des Vorgangs, daß, wenn es im Boden an verwitterbaren Silicaten oder lösbaren phosphor-

sauren Erden überhaupt fehlt, die Zeit, Bearbeitung und Witterung ohne allen Einfluß auf das Wiederfruchtbarwerden in der Brache sein muß, und daß die Wirkung der Verwitterungsursachen, der Zeit nach, eben so sehr wie die Zusammensetzung und der Gehalt der verschiedenen Bodensorten wechselt.

Nach dem Vorhergegangenen erscheint als eins der wichtigsten Erfordernisse des Landwirths, die Ursachen sowohl wie die Mittel zu kennen, durch welche die in seinem Felde vorhandenen nutzbaren, aber nicht ernährungsfähigen Nährstoffe verbreitbar und wirkungsfähig gemacht werden.

Die Gegenwart von Feuchtigkeit, ein gewisser Wärmegrad und der Zutritt der Luft sind die nächsten Bedingungen der Veränderungen, in deren Folge die chemisch gebundenen Nahrungsstoffe im Boden aufnehmbar durch die Wurzeln werden. Eine gewisse Wassermenge ist für den Ortswechsel der löslich gewordenen Bodenbestandtheile nothwendig; das Wasser unter Mitwirkung der Kohlensäure zersetzt die Silicate, und macht die unlöslichen Phosphate löslich und im Boden verbreitbar.

Die im Boden verwesenden organischen Ueberreste stellen schwache, aber lange dauernde Quellen von Kohlensäure dar; ohne Feuchtigkeit findet aber der Verwesungsproceß nicht statt; stehendes Wasser, welches den Luftzutritt abschließt, hindert die Kohlensäurebildung; durch den Verwesungsproceß selbst wird Wärme erzeugt, durch welche die Temperatur des Bodens merklich erhöht wird.

Durch die Mitwirkung verwesbarer Pflanzen- und Thierüberreste empfängt ein durch die Cultur erschöpftes Feld in kürzerer Zeit seine verlorene Ertragsfähigkeit wieder, und es wirkt eine Düngung mit Stallmist während der Brache günstig darauf ein. Eine dichte Beschattung des Bodens durch eine blattreiche Pflanze, indem unter der Pflanzendecke die

Feuchtigkeit sich länger in der Erde erhält, verstärkt die Wirkung der Verwitterungsursachen in der Brache.

In einem porösen, an Kalk reichem Boden geht der Verwesungsproceß organischer Materien rascher von Statten, als in einem thonreichen; die Gegenwart der alkalischen Erde bewirkt unter diesen Umständen, daß das im Boden vorhandene Ammoniak neben den kohlenstoffreichen Stoffen sich ebenfalls oxydirt und in Salpetersäure übergeführt wird.

Alle Kalkbodensorten geben beim Auslaugen salpetersaure Salze an das Wasser ab. Die Salpetersäure wird von der porösen Erde nicht wie das Ammoniak zurückgehalten, sondern mit Kalk oder Bittererde verbunden durch den Regen in die Tiefe geführt. Während die in der Erde sich einstellende Salpetersäurebildung nützlich ist für Gewächse, welche, wie Klee und Erbsen, ihre Nahrung, wozu hier der Stickstoff zu rechnen ist, aus einer größeren Tiefe empfangen, wirkt aus eben diesem Grunde die Brache auf einen Kalkboden, welcher reich an organischen Ueberresten ist, minder günstig auf Halmgewächse, indem durch den Uebergang des Ammoniaks in Salpetersäure und ihre Hinwegführung der Boden an einem der wichtigsten Pflanzennahrungsmittel ärmer wird. Der Fall ist denkbar, daß ein solches Feld, wenn es jahrelang nicht cultivirt wird, zuletzt durch den Mangel an Stickstoffnahrung im Boden an seiner Ertragfähigkeit verliert.

Der Grund der Erschöpfung eines Feldes durch die Cultur irgend einer Pflanze beruht stets und unter allen Umständen auf dem Mangel an einem einzelnen oder an mehreren Nahrungsmitteln in den Theilen des Bodens, die mit den Wurzeln derselben in Berührung kommen. Das Feld wird für das gedeihliche Wachsthum einer nachfolgenden Frucht ungeeignet sein, wenn es an diesen Stellen an Phosphorsäure

im Zustande der physikalischen Bindung fehlt, ein Ueberfluß von Kali und Kieselsäure in eben diesem Zustande wird dadurch wirkungslos; denselben Einfluß wird ein Mangel an Kali bei einem Ueberschuß von Phosphorsäure und Kieselsäure, oder ein Mangel an Kieselsäure, Kalk, Bittererde oder Eisen bei einem Ueberfluß von Kali und Phosphorsäure haben.

Für solche Felder, deren Erschöpfung nicht auf einem absoluten Mangel beruht, welche alle nothwendigen Nahrungsmittel weit hinaus in genügender Menge, aber nicht in der richtigen Form enthalten, welche also durch die Brache wieder lohnende Ernten gegeben haben würden, besitzt der Landwirth Mittel, die Wirkungen der natürlichen Ursachen zu verstärken, welche den Uebergang in den Zustand der physikalischen Bindung derselben bedingen, und die Brachzeit zu verkürzen, so zwar, daß sie in vielen Fällen überflüssig gemacht wird.

In Beziehung auf die phosphorsauren Erdsalze ist bereits erwähnt worden, daß deren Verbreitung in der Erde ausschließlich durch das Wasser bewirkt wird, welches, wenn es eine gewisse Menge Kohlensäure enthält, die genannten Erdsalze auflöst.

Es giebt nun eine Anzahl von Salzen, wozu Kochsalz, Chilisalpeter und Ammoniaksalze gehören, von denen man die Erfahrung gemacht hat, daß sie unter gewissen Umständen eine günstige Wirkung auf die Erträge äußern.

Die Salze besitzen merkwürdigerweise, wie die Kohlensäure, auch in ihren verdünntesten Lösungen das Vermögen, phosphorsauren Kalk und phosphorsaure Bittererde aufzulösen, und verhalten sich, wenn man solche Lösungen durch Ackererde filtriren läßt, ganz wie die genannten Phosphate in kohlensaurem Wasser. Die Erde entzieht diesen Salzlösungen die aufgelöste phosphorsaure Erde und verbindet sich damit.

Gegen Ackererde, der man einen Ueberschuß von phosphorsauren Erden beigemischt hat, verhalten sich diese Salzlösungen wie gegen die ungemischte phosphorsaure Erde, d. h. sie lösen eine gewisse Menge dieser Phosphate auf.

Das salpetersaure Natron und Kochsalz erleiden durch die Ackererde eine ähnliche Zersetzung wie die Kalisalze: es wird Natron von der Erde absorbirt, an dessen Stelle Kalk oder Bittererde in Verbindung mit der Säure in die Lösung tritt.

Bei der Vergleichung der Wirkung der Ackererde auf Kali- und Natronsalze zeigt sich, daß die Erde für das Natron eine weit geringere Anziehung besitzt wie für Kali, so daß ein Volumen Erde, welches einer Kalilösung alles Kali entzieht, in einer Lösung von Chlornatrium oder salpetersaurem Natron von gleichem Alkaligehalt $^3/_4$ des gelösten Kochsalzes und die Hälfte des Chilisalpeters unzersetzt in der Flüssigkeit zurückläßt.

Wenn demnach ein durch die Cultur erschöpftes Feld, welches an einzelnen Orten zerstreut, phosphorsaure Erdsalze enthält, mit salpetersaurem Natron oder Kochsalz gedüngt wird, und sich durch das Regenwasser eine verdünnte Lösung dieser Salze gebildet hat, so bleibt ein Ueberschuß derselben in unzersetztem Zustande im Boden und dieser muß jetzt im feuchten Erdreich eine an sich schwache, aber in der Dauer merkliche Wirkung ausüben.

Aehnlich wie die durch Verwesung von Pflanzen- und Thierüberresten entstehende und im Wasser sich lösende Kohlensäure müssen diese Salzlösungen sich mit phosphorsauren Erdsalzen an allen den Stellen, wo diese sich vorfinden, beladen, und wenn diese Phosphate, in der Flüssigkeit verbreitet, mit Theilchen der Ackererde in Berührung kommen, welche nicht damit gesättigt sind, so entziehen diese die Phosphate der Lösung und das darin bleibende salpetersaure Natron oder Kochsalz be-

hält zum zweiten oder fortgesetzten Male das Vermögen, die nämliche auflösende und verbreitende Wirkung auf Phosphate auszuüben, die nicht durch eine physikalische Anziehung bereits im Boden gebunden sind, bis sie zuletzt durch das Regenwasser tieferen Erdschichten zugeführt oder gänzlich zersetzt sind.

Von dem Kochsalz ist bekannt, daß es im Blut aller Thiere enthalten ist und in den Processen der Resorption und Absonderung eine Rolle spielt, und darum als nothwendig für diese Functionen angesehen wird, und wir finden in der Natur die Einrichtung getroffen, daß die Futterkräuter, Knollen- und Wurzelgewächse, welche vor anderen zur Nahrung der Thiere dienen, das Vermögen, Kochsalz aus dem Boden aufzunehmen, in höherem Grade als andere Gewächse besitzen, und die landwirthschaftlichen Erfahrungen zeigen, daß ein schwacher Kochsalzgehalt im Boden dem üppigen Wachsthum dieser Pflanzen günstig ist.

Von der Salpetersäure nimmt man allgemein an, daß sie gleich dem Ammoniak in dem Pflanzenleibe verwendet werden könne, und es kommen demnach dem Kochsalz und den salpetersauren Salzen zweierlei Wirkungen zu, eine directe, wenn sie als Nahrungsmittel für die Pflanze dienen, und eine indirecte, insofern sie die Phosphate für die Ernährung geschickt machen.

Die Ammoniaksalze verhalten sich gegen die phosphorsauren Erden ähnlich wie die genannten Salze, mit dem Unterschiede, daß ihr Lösungsvermögen für die Phosphate weit größer ist; bei gleichen Mengen Salz nimmt eine Lösung von schwefelsaurem Ammoniak doppelt so viel Knochenerde auf, als eine Kochsalzlösung.

In Beziehung auf die Phosphate im Innern des Bodens kann aber die Wirkung der Ammoniaksalze kaum stärker sein, wie die von Kochsalz oder Chilisalpeter, weil die Ammoniaksalze weit rascher, oft augenblicklich von der Erde zersetzt werden, so

daß von einer Lösung eines solchen Salzes, die sich im Boden bewegt, in der Regel nicht die Rede sein kann; da aber immer ein gewisses, wenn auch kleines Volumen Erde nöthig ist, um eine gegebene Quantität Ammoniaksalz zu zersetzen, so muß die Wirkung des Ammoniaksalzes auf dieses kleine Volumen um so mächtiger sein; während also ihre Wirkung in gewissen Tiefen der Ackerkrume kaum bemerklich ist, ist die, welche sie auf die obersten Schichten derselben ausüben, um so stärker; nach den Beobachtungen von Feichtinger zersetzen die Lösungen der Ammoniaksalze viele Silicate, selbst den Feldspath, und nehmen aus dem letzteren Kali auf; bei ihrer Berührung mit der Ackerkrume bereichern sie nicht nur diese an Ammoniak, sondern sie bringen auch in den kleinsten Theilchen derselben einen eingreifenden Ortswechsel der den Pflanzen dienlichen Bestandtheile zu Wege.

Auf die Verbreitung der Kieselsäure im Boden scheinen die darin vorhandenen Pflanzen- und Thierüberreste einen bemerkenswerthen Einfluß auszuüben, die hierüber angestellten Versuche zeigen, daß das Absorptionsvermögen einer Ackerkrume für Kieselsäure im umgekehrten Verhältnisse zu ihrem Gehalt an organischen Ueberresten steht, so zwar, daß eine Erde, die reich an letzteren ist, wenn sie mit einer Auflösung von kieselsaurem Kali zusammengebracht wird, eine gewisse Quantität Kieselsäure darin zurückläßt, die von einem gleichen Volumen einer anderen, an organischen Stoffen armen Erde vollständig daraus aufgenommen wird. Durch die Einverleibung von vermodernden Pflanzen- und Thierüberresten wird demnach in einem Boden, welcher verwitterbare Silicate enthält, zunächst durch die in ihrer Verwesung entstehende Kohlensäure die Zersetzung der Silicate beschleunigt, und da eben diese Stoffe das Absorptionsvermögen des Bodens für Kieselsäure vermindern, so muß diese, wenn sie in Lösung übergegangen ist, in einem weiteren Umkreise in der Erde ver-

breitet werden, als sie sich bei Abwesenheit dieser Stoffe im Boden verbreitet haben würde.

Auf manchen thonarmen Feldern wirkt eine mehrjährige Berasung in Folge der im Boden sich ansammelnden organischen Stoffe, durch welche die Verbreitung der Kieselsäure befördert wird, günstiger auf eine nachfolgende Halmfrucht ein, und auf anderen, namentlich kalkreichen Feldern, denen es nicht an Kieselsäure im Ganzen, wohl aber in den einzelnen Theilen oder an ihrer Verbreitung fehlt, hat eine Ueberführung mit Torfklein häufig für eine nachfolgende Halmfrucht eine eben so günstige Wirkung, als eine starke Düngung mit Stallmist, dessen organische oder verwesbare Bestandtheile, ganz abgesehen von dem kieselsauren Kali im Stroh, auf die Verbreitung der Kieselsäure des Bodens stets in Wirksamkeit treten.

Der Mangel oder Ueberfluß an löslicher Kieselsäure im Boden ist dem Gedeihen der Halmgewächse gleich nachtheilig. Ein Boden, welcher der Entwickelung des kieselreichen Schachtelhalms und Schilfs (arundo phragmites) günstig ist, ist darum nicht gleich geeignet für die besseren Wiesengräser oder für die Kornpflanzen, obwohl für diese eine reichliche Zufuhr von Kieselsäure eine Bedingung ihres Gedeihens ist. Durch Entwässerung eines solchen Feldes, welche bewirkt, daß durch den Eintritt der Luft die im Boden im Uebermaß vorhandenen organischen Stoffe in Verwesung übergehen und zerstört werden, oder durch Zufuhr von Mergel oder zu Pulver gelöschten oder an feuchter Luft zerfallenen gebrannten Kalk verbessert der Landwirth in vielen Fällen ein solches Feld.

Das Kieselsäurehydrat verliert beim einfachen Austrocknen seine Löslichkeit im Wasser, und es kommt häufig vor, daß das Trockenlegen eines versumpften Feldes bewirkt, daß die Kieselpflanzen (Schilf und Schachtelhalm) darauf verschwinden. Die

Wirkung von Kalkhydrat, oder gelöschtem und an der Luft zerfallenem Kalk auf den Boden ist von zweierlei Art. Auf einem an humosen Bestandtheilen reichen Boden verbindet sich der Kalk zunächst mit den darin vorhandenen organischen Verbindungen, welche eine saure Reaction besitzen; er neutralisirt die Säure des Bodens und es verschwinden von diesem Augenblick viele in einem solchen sauren Boden gedeihende Unkräuter, die Torfmoose (sphagnum) und Riedgräser; während die einfache Berührung mit Säuren die Oxydation der Metalle (Kupfer, Blei, Eisen) in hohem Grade steigert und die Berührung mit einem Alkali dieselbe hindert (Eisen mit verdünnter kohlensaurer Natronlösung überstrichen rostet nicht), wirken Säuren und Alkalien auf organische Stoffe in umgekehrter Weise ein, die Säuren verhindern, die Alkalien befördern die Oxydation oder Verwesung; bei überschüssigem Kalk tritt die oben erwähnte Zerstörung der humosen Bestandtheile ein.

In eben dem Grade, als durch den Kalk der saure Humus in der Erde verschwindet, vermehrt sich das Absorptionsvermögen derselben für Kieselsäurehydrat, das im Ueberfluß vorhandene verliert seine Beweglichkeit im Boden*).

Der Kalk hat, wie man sieht, eine so zusammengesetzte Wirkung, daß man von dem günstigen Einfluß, den er auf ein Feld hat, beinahe niemals auf seine Wirkung auf ein anderes von unbekannter Beschaffenheit schließen kann; dies ist nur möglich,

---

*) Ein besonders zu diesem Zwecke angestellter Versuch lehrte, daß ein Liter Walderde, welche 30 Procent humose Bestandtheile enthielt, aus einer Lösung von Wasserglas (kieselsaurem Kali) nur 15 Milligramme Kieselsäure, die nämliche Erde mit 10 Procent geschlämmter Kreide (kohlensaurem Kalk) vermischt 1140 Milligramme Kieselsäure absorbirte; wurde anstatt des kohlensauren Kalkes gelöschter Kalk zugesetzt, so stieg ihr Absorptionsvermögen in dem Grade, daß ein Liter jetzt 3169 Milligramme Kieselsäure absorbirte.

wenn man sich die Ursache derselben in dem ersten Falle klar gemacht hat.

Auf einem Felde, dessen Beschaffenheit der Kalk einfach dadurch verbessert hat, daß die saure Beschaffenheit des Bodens dadurch beseitigt und der schädliche Ueberschuß an vegetabilischen Ueberresten zerstört worden ist, wird der Landwirth durch die Anwendung des Kalkes in darauf folgenden Jahren vergeblich eine Wirkung erwarten, wenn die Ursachen nicht wiederkehren, welche dem Felde die ursprünglich ungeeignete Beschaffenheit gegeben haben.

In einem Boden, in welchem sich faulende und verwesende Stoffe befinden, gedeiht mit Ausnahme der Pilze keine einzige Pflanze, und es scheint, daß ein jeder chemische Proceß in der Nähe der Wurzeln den ihnen eigenen stört; selbst verwesende Materien im Uebermaß schaden durch allzureichliche Kohlensäurebildung solchen Pflanzen, die in humosem Boden von mäßigem Gehalt an Humus vorzüglich gedeihen *).

Auf die tiefwurzelnden Gewächse, die Rüben, den Klee, die Esparsette, die Erbsen und Bohnen wirken organische Materien, wenn sie sich im Untergrunde in bemerklicher Menge anhäufen,

*) In einen Topf mit gewaschener Erde vom Vesuv säete Gasparini einige Körner Spelz, welche Pflanzen erzeugten, die fortfuhren, in gesundem Zustande zu wachsen. In einen andern Topf von derselben Erde brachte er ein Stück Brod; in diesem starben alle Wurzeln in der nächsten Nähe des vermodernden Brodes ab, und die anderen schienen sich umgebogen und den Seiten des Topfes zugewendet zu haben; Spelz würde offenbar nicht wachsen in einem reichlich mit Brod gemischten Boden, und wenn die verwesenden Wurzeln, welche eine Spelzernte hinterläßt, dieselbe Wirkung haben, so läßt sich verstehen, wie die verwesenden Rückstände, die eine Pflanze im Boden läßt, wenn diese nicht vorher zerstört worden sind, ihrem eigenen Wachsthum oder dem einer anderen schädlich sein können (Russell).

besonders feindlich, namentlich im Thonboden, in welchem sie weit langsamer verwesen als im Kalkboden; der Vermoderungsproceß pflanzt sich auf die krankwerdenden Wurzeln fort, in denen die Sporen von Pilzen den geeigneten Boden für ihre Entwickelung finden. Wenn die Turnipsrübe diesem Zustande verfällt, so wird sie die Beute gewisser Insekten, die ihre Eier in die Wurzeln legen, deren Entwickelungsproceß jetzt eine auffallende Aenderung und Störung des vegetativen Processes hervorbringt; an den angestochenen Stellen entsteht ein schwammartiger Wulst, dessen innere Masse weich und übelriechend wird und in diesem Zustande zur Ernährung der Larve der kleinen Fliege dient.

Alle diese Vorgänge, so wenig klar sie an sich sind, werden in einem solchen Felde durch Kalken aufgehoben; man erreicht immer seinen Zweck durch gehörige Düngung mit Kalk. Felder, welche besonders reich an organischen Ueberresten sind, bedürfen einer verhältnißmäßig weit größeren Zufuhr von Kalk als andere, um in den für die Pflanzen gesunden Zustand übergeführt zu werden.

Es ist sicher, daß der Kalk in den obenbezeichneten Fällen nicht darum wirkt, weil es dem Boden an Kalk für die Pflanzen gefehlt hat, denn bei seiner raschen Verbreitbarkeit im Boden müßte sich in diesem Fall seine Wirkung sehr bald und schon im ersten Jahre zeigen, aber es dauert mehrere Jahre, ehe die für die Pflanze günstige Beschaffenheit des Bodens hervorgebracht ist, zum Beweise, daß der Kalk nicht als Kalk, sondern deshalb wirkt, weil er eine Aenderung in dem Boden hervorbringt, welche Zeit, d. h. eine Aufeinanderfolge von Actionen erfordert.

Auf einem trocken gelegten Sumpfboden, in welchem der Kalk das Uebermaß von Kieselsäurehydrat vermindert hat, bringt er zum zweiten Male nicht dieselbe Wirkung hervor, weil

die Schädlichkeiten, einmal entfernt, sich nicht wieder erneuern, während ein günstiger Erfolg von seiner Anwendung auf dichtem, zähem Thon- oder Lettboden häufig wiederkehrt; diese Bodenarten werden mürber und an assimilirbarem Kali reicher (siehe Seite 188 bis 189 u. f.). Das Wesen der vorgegangenen Veränderung sieht man am augenfälligsten an dem hydraulischen Kalk, der aus natürlichen Cementsteinen (einem harten Mergel) durch Brennen erhalten wird. Diese Cementsteine bestehen aus einem Gemenge von Kalk und Thon, den ersteren übrigens in größerem Verhältniß als im kalkhaltigen Thonboden. Nach dem Brennen mit vielem Wasser angerührt, nimmt dieses durch das ausgeschiedene Kali ganz die Beschaffenheit einer schwachen Lauge an; der Thon, welcher sich vor dem Brennen mit Kalk nicht in Säuren löst, wird nach dem Brennen mit seinem ganzen Kieselsäuregehalt löslich in Säuren.

Der gebrannte, kalkhaltige Thonboden nimmt einer Lösung von kieselsaurem Kali viel weniger Kali wie vor dem Brennen, aber eine weit größere Menge Kieselsäure auf *).

Außer den bezeichneten chemischen Hülfsmitteln, welche dem Landwirth zu Gebote stehen, um die in seinem Felde vorräthigen Pflanzennahrungsstoffe, die phosphorsauren Erdsalze, das Kali und die Kieselsäure verbreitbar und den Pflanzenwurzeln zugängig zu machen, verbessert er sein Feld durch die mechanische Bearbeitung und durch Entfernung aller, der Verbreitung der Wurzeln entgegenstehenden Hindernisse, sowie

*) Bogenhauser Lehmboden wurde an der Luft geglüht und mit einer Kaliwasserglaslösung in Berührung gebracht; vor dem Brennen absorbirte ein Liter dieser Erde 1148 Milligramme Kali und 2007 Milligramme Kieselsäure, nach dem Brennen hingegen kein Kali und 3230 Milligramme Kieselsäure.

der Schädlichkeiten im Boden, die ihre normale Thätigkeit oder ihren gesunden Zustand gefährden.

Der Einfluß der Bearbeitung des Bodens durch Pflug, Spaten, Hacke, durch die Egge und Walze beruht auf dem Gesetz, daß die Wurzeln der Pflanzen der Nahrung nachgehen, daß die Nahrungsstoffe für sich nicht beweglich sind und den Ort, wo sie sich befinden, nicht von selbst verlassen; die Wurzel geht der Nahrung nach, wie wenn sie Augen hätte, sie biegt sich und streckt sich und die Anzahl, Stärke und Richtungen ihrer Fasern zeigen genau die Orte an, von denen sie Nahrung empfangen hat*).

Die junge Wurzel erzwingt sich einen Durchgang nicht gleich einem Nagel, der mit einer gewissen Kraft in ein Brett eingetrieben wird, sondern durch die Uebereinanderlagerung von Schichten, die von Innen nach Außen die Masse derselben vergrößern.

Die neue Substanz, welche die Wurzelspitze vergrößert, ist mit der Erde in directer Berührung. Je jünger die Zellen sind, die sich daraus bilden, desto dünner ist ihre Wand, die Zellenwände der älteren verdicken sich und ihre äußere mehr holzig gewordene Oberfläche überzieht sich bei vielen mit einer Schicht von Korksubstanz, welche undurchdringlich für Wasser

*) Man findet zuweilen Knochenstücke, welche vollkommen eingeschlossen durch ein Gewebe von Turnipswurzeln sind. Es ist schwer zu begreifen, wie dies statthaben kann, wenn nicht durch eine Anziehung zwischen den Spongiolen und der Substanz der Knochen. Die Zellen oder der Zelleninhalt ist unaufhörlich angezogen von einer frischen Oberfläche einer Substanz, zu welcher der Zelleninhalt selbst eine chemische Anziehung hat.

Dies bedingt die Richtung der Verlängerung oder das Winden der Wurzeln um das Knochenstück herum, sie bilden einen Wurzelball, nicht gerollt von Außen, sondern von Innen, durch die neuen Zellen, die sich unaufhörlich bei Berührung mit einer Substanz bilden, für welche sie eine chemische Anziehung besitzen (Russell).

den innerhalb abgelagerten löslichen Materien einen gewissen Schutz gegen osmotische Einwirkungen gewährt.

Die Aufnahme der Nahrung aus dem Boden wird durch die Wurzelspitze vermittelt, deren flüssiger Inhalt von den Erdtheilen nur durch eine unendlich dünne Membran getrennt ist, und es ist die Berührung beider um so inniger, da die Wurzelfaser bei ihrer Bildung selbst, einen Druck auf die Erdtheile ausübt, groß genug, um diese unter Umständen auf die Seite zu schieben; durch die Verdunstung von Wasser von den Blättern aus entsteht im Innern der Pflanze ein leerer Raum, und in Folge dessen ein Zug, welcher die Berührung der feuchten Erdtheilchen mit der Zellenwand mächtig unterstützt. Die Zelle und die Erde werden beide aneinandergepreßt. Zwischen dem flüssigen Zelleninhalt und den in den Erdtheilen im Zustande der physikalischen Bindung vorhandenen Nahrungsstoffen besteht offenbar eine starke chemische Anziehung, welche unter der Mitwirkung der Kohlensäure und des Wassers den Uebergang der unverbrennlichen Nahrungsstoffe bewirkt.

Unter einer starken chemischen Anziehung eines Körpers versteht man sein Eingehen in eine chemische Verbindung, in welcher er die Eigenschaften, die er besaß, verliert, um neue anzunehmen. Für das Kali, den Kalk, die Phosphorsäure muß sogleich beim Uebergang in die Zelle eine solche Verbindung statthaben, denn, wie früher schon bemerkt, ist der Saft der Wurzeln immer schwach sauer; man kann in dem Safte der Wurzeltriebe der Rebe saures weinsaures Kali, in anderen oxalsaures oder citronsaures Kali, weinsauren Kalk, aber niemals diese Basen mit Kohlensäure verbunden und eben so wenig phosphorsauren Kalk oder Bittererde nachweisen; der frische Saft der Kartoffelknollen giebt mit Ammoniak versetzt keinen Niederschlag von phosphorsaurem Bittererdeammoniak,

der sich aber, wenn durch die Gährung desselben die (stickstoffhaltige) Substanz, mit welcher die phosphorsaure Bittererde verbunden ist, zerstört ist, sogleich bildet.

Die sorgfältige Mischung und Verbreitung der im Boden vorhandenen Nahrungsstoffe sind die wichtigsten Bedingungen, um sie wirksam zu machen.

Ein Knochenstück von einem Loth in einem Kubikfuß Erde ist ohne irgend einen bemerklichen Einfluß auf die Fruchtbarkeit dieser Erde, während es in physikalischer Bindung gleichförmig in allen, auch den kleinsten Theilchen derselben verbreitet, ein Maximum von Wirksamkeit gewinnt.

Der Einfluß der mechanischen Bearbeitung des Bodens auf dessen Fruchtbarkeit, so unvollkommen auch die Mischung der Erdtheile ist, welche dadurch hervorgebracht wird, ist augenfällig und gränzt in manchen Fällen an das Wunderbare. So macht der Spaten, welcher das Erdreich bricht, wendet und mischt, das Feld weit fruchtbarer als der Pflug, der die Erde bricht, wendet und verschiebt, ohne zu mischen. Die Wirkung beider wird verstärkt durch die Egge und Walze, sie machen, daß an den nämlichen Orten, wo im vorhergehenden Jahre eine Pflanze sich entwickelt hat, eine darauf folgende Pflanze wieder Nahrungstheile, d. h. eine noch nicht erschöpfte Erde vorfindet.

Die Wirkung der chemischen Mittel auf die Verbreitung der Pflanzennahrungsstoffe ist noch mächtiger wie die der mechanischen; durch die Anwendung des Chilisalpeters, der Ammoniaksalze, des Kochsalzes in richtiger Menge bereichert der Landwirth nicht nur sein Feld mit Materien, die in der Pflanze selbst an dem Ernährungsproceß theilzunehmen vermögen, sondern er bewirkt auch eine Verbreitung des Ammoniaks und

Kalis und er ersetzt und unterstützt damit die mechanische Arbeit des Pfluges und die Wirkung der Atmosphäre in der Brache.

Wir sind gewöhnt alle Stoffe als Düngstoffe zu bezeichnen, welche, auf das Feld gebracht, dessen Erträge an Pflanzenmasse steigern, allein diese Wirkung hat auch der Pflug; es ist klar, daß die einfache Thatsache des günstigen Einflusses des Kochsalzes, Chilisalpeters, der Ammoniaksalze, des Kalks und der organischen Materien noch kein Beweis für die Meinung ist, daß sie als Nahrungsstoffe gewirkt haben; wir vergleichen die Arbeit, welche der Pflug verrichtet, mit dem Zerkleinern der Speisen, wofür die Natur den Thieren eigene Werkzeuge gegeben hat, und nichts kann sicherer sein, als daß die mechanische Bearbeitung das Feld nicht an Pflanzennahrungsstoffen bereichert, sondern daß sie dadurch nützlich wirkt, weil sie die vorhandene Nahrung zur Ernährung einer künftigen Ernte vorbereitet. Mit eben der Sicherheit wissen wir, daß dem Kochsalz, dem Chilisalpeter, den Ammoniaksalzen, dem Humus und Kalk neben den Wirkungen, die ihren Elementen zukommen, eine besondere dem verdauenden Magen zu vergleichende Rolle zukommt, in welcher sie sich theilweise vertreten können; diese Stoffe wirken darum nur auf Bodenarten günstig ein, in welchen es nicht an der Menge, sondern an der richtigen Form und Beschaffenheit der Nahrungsstoffe fehlt, und sie können deshalb in ihrer dauernden Wirkung durch eine sehr weit getriebene mechanische Zertheilung oder Pulverisirung vertreten werden.

Darin liegt die wahre Kunst des Landwirths, daß er die Mittel richtig beurtheilt, welche zur Anwendung kommen müssen, um die Nahrungselemente seiner Felder wirksam zu machen, und daß er sie zu unterscheiden weiß von anderen, durch welche er seine Felder dauernd fruchtbar erhält. Er

muß die größte Sorgfalt darauf verwenden, daß die physikalische Beschaffenheit seines Bodens auch den feinsten Wurzeln gestattet, an die Orte zu gelangen, wo sich die Nahrung befindet. Der Boden darf durch seinen Zusammenhang ihre Ausbreitung nicht hindern.

In einem zähen und schweren Boden gedeihen Pflanzen mit feinen dünnen Wurzeln nur unvollkommen, auch wenn er reich an ihren Nahrungsstoffen ist, und der nützliche Einfluß der Gründüngung, des frischen Stallmistes ist in dieser Beziehung unverkennbar. Die mechanische Beschaffenheit des Feldes wird in der That durch das Unterpflügen von Pflanzen und Pflanzentheilen auf eine bemerkenswerthe Weise verändert; ein zäher Boden verliert hierdurch seinen Zusammenhang, er wird mürbe und leicht zerdrückbar, mehr wie durch das fleißigste Pflügen. In einem Sandboden wird dadurch eine gewisse Bindung hergestellt. Jedes Hälmchen und Blättchen der untergepflügten Gründüngungspflanze öffnet, indem es verwest, den feinen Wurzeln der Getreidepflanzen eine Thür und einen Weg, durch welchen sie sich nach vielerlei Richtungen im Boden verbreiten und ihre Nahrung holen können. Auch hier muß man stets im Auge behalten, daß nur ein gewisses Maß die beabsichtigte Wirkung nach sich zieht; für manche Felder genügen schon die Wurzelrückstände einer schön stehenden Grünfutterernte, um das bessere Gedeihen einer nachfolgenden Halmfrucht zu befördern, und es kann ein Feld, von dem man die Lupinen abgeerntet, möglicherweise eine ebenso gute nachfolgende Halmfrucht liefern, als ein gleich großer Fleck Feld, auf welchem man die Lupinenpflanzen untergepflügt hat.

Alle diese Erscheinungen weisen darauf hin, wie wichtig die mechanischen Bedingungen sind, welche einem Boden, der an sich nicht arm an den Nahrungsmitteln der Pflanzen ist,

seine Ertragsfähigkeit verleihen und wie ein im Verhältniß ärmerer, aber wohl cultivirter Boden bessere Ernten liefern kann, als ein reicher, wenn die physikalische Beschaffenheit der Wurzelthätigkeit und Entwickelung günstiger ist. In gleicher Weise wird häufig durch eine Hackfrucht das Feld für eine nachfolgende Halmfrucht geeigneter gemacht, und nach einer Grünfutterpflanze fällt oft die nachfolgende Winterfrucht um so besser aus, je reicher die vorangegangene Grünfutterernte, d. h. ihre Wurzelrückstände, war.

Gleich nützlich wirken auf eine nachfolgende Winterfrucht Klee und Rüben ein, die mit ihren langen und starken Wurzeln den Untergrund für die Weizenwurzeln auflockern und gewissermaßen bearbeiten, den der Pflug nicht mehr berührt. In diesem Falle überwiegt für die Weizenpflanze der günstige Einfluß der physikalischen Beschaffenheit des Bodens bei weitem den schädlichen der Abnahme in der Menge der chemischen Bedingungen durch die vorhergegangenen Rüben- und Klee-Ernten. Thatsachen dieser Art haben nur allzu oft praktische Landwirthe zu der Ansicht verführt, daß auf die physikalische Beschaffenheit alles ankomme, und daß eine sehr weit getriebene Bearbeitung und Pulverisirung des Bodens genügend zur Erzielung guter Ernten sei; diese Ansichten haben aber immer durch die Zeit ihre Widerlegung gefunden, und nur das kann als richtig angenommen werden, daß für eine Reihe von Jahren die Herstellung einer günstigen physikalischen Beschaffenheit eben so wichtig, oft wichtiger für die Erträge mancher Felder ist, als die Düngung.

Es giebt kaum überzeugendere Thatsachen über den Einfluß der richtigen physikalischen Beschaffenheit auf die Erträge der Felder, als wie die, welche die Landwirthschaft durch die sogenannte Drainirung der Felder, worunter man das Tiefer-

legen des Grundwassers und den rascheren Abzug des in der Erde sich bewegenden Wassers versteht, gewonnen hat; eine Menge Felder, welche durch stehende Nässe für die Cultur der Halmgewächse und den Bau der besseren Futtergräser ungeeignet waren, sind für die Erzeugung von Nahrung für Menschen und Vieh dadurch gewonnen worden, und indem der Landwirth durch die Drainirung den Wasserstand in seinen Feldern auf ein bestimmtes Maß begränzt, beherrscht er den schädlichen Einfluß desselben in allen Jahreszeiten, und durch die schnellere Beseitigung des nässenden, die Porosität der Erde aufhebenden Wassers wird der Luft ein Weg in die tieferen Erdschichten geöffnet, wodurch sie auch auf diese die günstige Wirkung ausübt, die sie auf die Ackerkrume äußert.

Im Winter ist die Erde in einer Tiefe von 3 bis 4 Fuß wärmer als die äußere Luft und die von den Drainröhren aufwärts sich bewegende Luft kann dazu beitragen, die Temperatur der Ackerkrume höher zu erhalten, als sie ohne diesen Luftwechsel sein würde; die Luft in den Drains ist in der Regel reicher an Kohlensäure als die atmosphärische Luft.

Die Wirkung, welche die Drainirung auf die Fruchtbarkeit der Felder ausübt, kann an sich schon als ein Beweis für die Ansicht angesehen werden, daß die Pflanzen aus dem im Boden sich bewegenden Wasser ihre Nahrung nicht empfangen können. Diese Ansicht wird durch die Untersuchung der Brunnen-, Drain- und Quellwasser mächtig unterstützt (siehe Anhang D.).

Die Drainwasser enthalten alle Stoffe, welche das Regenwasser beim Durchsickern aus der Ackerkrume aufzulösen vermag; sie enthalten verschiedene Salze in geringer Menge und unter diesen nur Spuren von Kali; Ammoniak und Phosphorsäure fehlen in der Regel darin. In besonders zu diesen

Zwecken angestellten Analysen fand Thomas Way, daß in vier Wassern die Menge von Kali in 10 Pfund Wasser nicht bestimmbar war, drei andere Wasser enthielten in 7 Millionen Pfund Wasser 2 bis 5 Pfund Kali; von Phosphorsäure in drei Wassern keine bestimmbaren Mengen, in vier anderen in 7 Millionen Pfund Wasser 6 bis 12 Pfund Phosphorsäure, von Ammoniak in eben dieser Menge 0,6 bis 1,8 Pfund. — In ähnlichen Analysen von sechs Drainwassern fand Krocker, daß in keinem derselben Phosphorsäure und Ammoniak nachweisbar oder bestimmbar war; in einem Milliontheil Wasser in vier anderen Drainwassern nicht über 2, in zwei anderen 4 und 6 Theile Kali.

An diese hierüber vorliegenden Thatsachen reihen sich directe und in dieser Beziehung besonders lehrreiche Versuche von Dr. Fraas über die Stoffe, welche das auf die Oberfläche fallende Regenwasser in den sechs Sommermonaten aus der Ackerkrume aufnimmt und in die Tiefe führt.

In besonders zu diesem Zwecke eingerichteten unterirdischen Regenmessern, Lysimetern, wurde die Wassermenge aufgefangen, welche durch eine Erdschicht von 6 Zoll Tiefe und einen Quadratfuß horizontalen Querschnitt vom 6. April bis 7. October durchsickerte. Während dieser Zeit waren auf der nahen Sternwarte bis zum 1. October 480,7 Millimeter Regen gefallen*).

---

*) Die Lysimeter bestanden aus einem viereckigen, oben offenen, unten geschlossenen Kasten; 6 Zoll von dem offenen Rande abwärts war ein Siebboden angebracht; von diesem Boden aufwärts war der Kasten mit Erde gefüllt; unter demselben sammelte sich das auf einen Quadratfuß Fläche gefallene und 6 Zoll tief durchgegangene Regenwasser. Der Kasten war in freiem Felde bis zum Rande eingegraben, so daß die eingefüllte Erde und die des Feldes in einer Ebene lagen; zwei Lysimeter waren mit Kalkböden von den Isarauen angefüllt,

Vier Lysimeter waren mit derselben Erde aus dem Untergrunde des strengen Lehmbodens in Bogenhausen angefüllt; in zweien war die Erde mit 2 Pfund Rindermist gedüngt (III. und IV.), die beiden anderen blieben ungedüngt. Nro. II. und IV. waren mit Gerste besäet.

Auf ein Quadratmeter Land berechnet sickerten durch die Erden die folgenden Wassermengen, deren Gehalt an löslichen Stoffen durch Dr. Zoeller genau ermittelt wurde; in diesem Wasser konnten die Mengen Phosphorsäure und Ammoniak ihrer Kleinheit wegen nicht bestimmt werden.

	Lysimeter			
	I. Ungedüngt und ohne Vegetation.	II. Ungedüngt mit Gerste besäet.	III. Gedüngt ohne Vegetation.	IV. Gedüngt mit Vegetation.
Durchgegangenes Wasser	218	213	304	144 Liter
enthielt Kali . .	0,516	0,434	1,265	0,552 Grm.
auf die Hectare .	5,16	4,34	12,65	5,52 Kilogr.

In den beiden Lysimetern I. und II. sind nahe dieselben Wassermengen durch die Erde filtrirt, was mit den beiden anderen nicht statthatte, und es sind darum nur die ersteren in Hinsicht auf das Lösungsvermögen des Wassers vergleichbar mit einander.

Aus diesen Versuchen ergiebt sich, daß in den gegebenen Verhältnissen von dem auf das Feld gefallenen Wasser weni-

von denen einer zerbrach, so daß das Wasser nicht gesammelt werden konnte, wodurch das Ergebniß des andern wegen mangelnder Vergleichung seine Bedeutung verliert.

ger wie die Hälfte eine Tiefe von 6 Zoll erreichte, und daß auf eine Million Theile Wasser berechnet die ungedüngten Erden I. 2,37, II. 2,03 Pfund, die gedüngten Erden III. 5,46 und IV. 3,82 Pfund Kali abgaben. Diese Kalimengen betragen im gedüngten Boden durchschnittlich nicht mehr als was das Drainwasser (Krocker) enthält.

Die in der Erde des Lysimeters II. gewachsenen Gerstenpflanzen liefern auf den Quadratmeter berechnet 137,3 Gramme Körner und 147,9 Gramme Stroh, welche in ihrer Asche enthalten (Korn zu 2,47 Procent, Stroh zu 4,95 Procent Asche).

Im Korn	0,823	Gramme Kali
» Stroh	1,410	» »
zusammen	2,233	Gramme Kali.

Die Kalimenge, welche das Wasser aus der Erde des ersten Lysimeters aufnahm, die nicht mit Gerste bestellt war, betrug im Ganzen 0,516 Gramme, die des zweiten 0,432 Gramme. Der Unterschied ist 0,082 Gramme. Wenn man sich berechtigt glaubt, hieraus schließen zu dürfen, daß die Verminderung der Kalimenge in dem Wasser des zweiten Lysimeters auf dessen Uebergang in die Gerstenpflanze beruht habe, so würde hieraus gefolgert werden müssen, daß die Pflanzen empfangen haben:

durch Vermittelung des durchsickernden Wassers	0,082 Grm.
direct aus der Erde	2,151 »
	2,233 Grm.

mithin 96,4 Procent direct aus dem Boden und 3,6 Procent aus dem Wasser, also aus ersterem 27 mal mehr wie aus dem Wasser.

Nehmen wir nach dem Ergebniß der Auslaugung der stark mit Kuhmist gedüngten Erde im dritten Lysimeter an, daß das auf einer Fläche von einer Hectare fallende Wasser aus einer 6 Zoll hohen Schichte Ackerkrume 12,65 Kilogramme Kali auflöse, und vergleichen wir damit die Kalimenge, welche eine Kartoffel- oder Rübenernte einer Hectare Feld entzieht, so weiß man, daß eine mittlere Kartoffelernte in den Knollen 204 Kilogramm Asche und darin 100 Kilogramm Kali, und eine mittlere Rübenernte 572 Kilogramm Asche und darin 248 Kilogramm Kali enthält, und man sieht leicht ein, daß, wenn auch die ganze überhaupt im Regen löslich gewordene Kalimenge als Nahrung in die Pflanze übergegangen wäre, daß diese doch nur hinreichen würde, um den achten Theil der geernteten Kartoffelknollen und den zwanzigsten Theil der geernteten Rüben mit dem ihnen nothwendigen Kali zu versehen. Der Kaligehalt des durch die Erde sickernden Wassers drückt die Menge Kali aus, welche möglicherweise absorbirt werden konnte, und da verhältnißmäßig nur ein kleiner Theil dieses Wassers mit Pflanzenwurzeln in Berührung kommt und an diese Kali abgeben kann, so sieht man ein, daß die im Boden sich bewegende Lösung durch ihre Bestandtheile an dem Ernährungsproceß nur einen sehr geringen Antheil hat, wie denn die Abwesenheit des Ammoniaks und der Phosphorsäure in derselben an sich schon beweist, daß diese Materien im Boden ihren Ort nicht wechseln können. Der Boden muß eine gewisse Menge Feuchtigkeit enthalten, um Nahrung an die Pflanzen abgeben zu können, aber es ist für ihr Wachsthum nicht erforderlich, daß dieses Wasser beweglich sei. Man weiß, daß stehendes Wasser im Boden für die meisten Culturgewächse schädlich ist, und der günstige Erfolg der Röhrenentwässerung (sogenannte Drainirung) auf das besser

Gedeihen der Gewächse beruht eben darauf, daß dem durch seinen eigenen Druck sich bewegenden Wasser ein Abzug gestattet wird, so daß nur das durch Capillarität zurückgehaltene Wasser die Erde näßt.

Wenn wir uns die poröse Erde als ein System von Capillarröhren denken, so ist ihre für den Pflanzenwuchs geeignete Beschaffenheit unstreitig die, daß die engen capillaren Räume mit Wasser, die weiten mit Luft angefüllt sind und der Luft der Zugang zu allen gestattet ist. Mit diesem feuchten für die Atmosphäre durchdringlichen Boden befinden sich die aufsaugenden Wurzelfasern in der innigsten Berührung; man kann sich denken, daß ihre äußere Fläche die eine, die porösen Erdtheilchen die andere Wand eines Capillargefäßes bilden, deren Zusammenhang durch eine unendlich dünne Wasserschicht vermittelt wird. Diese Beschaffenheit ist gleich günstig für die Aufnahme der fixen und gasförmigen Nahrungsmittel. Wenn man an einem trockenen Tage eine Weizen- oder Gerstenpflanze vorsichtig aus dem lockeren Erdreich zieht, so sieht man, daß an jeder Wurzelfaser ein Cylinder von Erdtheilchen, wie eine Hose, haften bleibt; aus diesen Erdtheilchen empfängt die Pflanze die Phosphorsäure, das Kali, die Kieselsäure ꝛc. sowie das Ammoniak, deren Uebergang vermittelt wird durch die dünne Wasserschicht, deren Theile sich nur insofern bewegen, als die Wurzel einen Zug auf sie ausübte.

Die Zusammensetzung des Quellwassers, des Wassers der Bäche und Flüsse, von welchen jeder einzelne Tropfen mit Gesteinen oder mit Wald und Feldboden in Berührung war, zeigt, wie außerordentlich gering die Mengen sind, welche das Wasser an Phosphorsäure, Ammoniak und Kali aus der Erde auflöst. Bei der Untersuchung von sechs verschiedenen Quellwassern fanden Graham, Miller und Hofmann keine bestimm-

baren Mengen Ammoniak und Phosphorsäure. In dem Wasser von Whitley waren in 37,000 Gallons (370,000 Pfund englisch), 1 Pfund Kali oder 1 Kilogramm in 135 Kubikmeter; eben so viel in 38,000 Gallons des Wassers der Crushmere-Quellen, in 32,000 Gallons der Bellwoolquelle, in 145,000 Gallons der Hindheadquelle, in 55,000 Gallons der Hasford-Mühlbachs- und 17,700 der Quelle bei Cosfordhouse. Das Wasser der Brunthaler-Quelle bei München, welches in einem großen Theile der Stadt als Trinkwasser dient, enthält kein Ammoniak und keine Phosphorsäure und in 87,000 Pfund 1 Pfund Kali.

Aus diesen und anderen Analysen über die Zusammensetzung von Quell-, Brunnen- und Drainwassern läßt sich nicht schließen, daß das Kali, Ammoniak und die Phosphorsäure in dem Wasser aller Quellen, Bäche und Flüsse fehle; es ist im Gegentheil völlig sicher, daß das Wasser mancher Sümpfe beide Stoffe in bemerklicher Menge enthalte *).

Der Gehalt eines solchen Wassers an Kali, Phosphorsäure, Eisen, Schwefelsäure erklärt sich ohne Schwierigkeit.

---

*) So hinterließ das Wasser aus einem künstlichen Sumpfe des Münchener botanischen Gartens von einem Liter 0,425 Gramme Satzrückstand, der in 100 Theilen enthielt:

Kalk	35,000
Bittererde	12,264
Kochsalz	10,100
Kali	3,970
Natron	0,471
Eisenoxyd mit Thonerde	0,721
Phosphorsäure	2,619
Schwefelsäure	8,271
Kieselsäure	3,240
Verbrennliche Substanzen	76,656
Wasser in Verlust	23,344

In einem Sumpfe sammeln sich nach und nach die Ueberreste von absterbenden Pflanzengenerationen an, deren Wurzeln aus einer gewissen Tiefe des Bodens eine Menge von Mineralbestandtheilen empfangen haben; diese Pflanzenreste gehen auf dem Boden des Sumpfes in Verwesung über, d. h. sie verbrennen und ihre unorganischen Elemente oder ihre Aschenbestandtheile lösen sich unter Mitwirkung von Kohlensäure und vielleicht von organischen Säuren im Wasser und bleiben darin gelöst, wenn der umgebende Schlamm und die Erde, die mit dieser Lösung in Berührung ist, sich damit gesättigt haben.

Scherer fand in den drei Quellen zu Brückenau alle die in dem obigen Sumpfwasser vorhandenen Stoffe nebst Essigsäure, Ameisensäure, Buttersäure und Propionsäure. Bei der Beschaffenheit des die ganze Umgebung von Brückenau constituirenden Gebirges, dem bunten Sandstein und bei der üppigen, fast an die Urwaldungen erinnernden Vegetation der ganzen Umgegend, bei dem Reichthum an Eichen und Buchenholzwaldungen mit fast tausendjährigen Bäumen beider Holzgattungen bezeichnet Scherer als eine der Bedingungen des Zustandekommens der Beschaffenheit des Brückenauer Quellwassers die Auslaugung des an verwesenden Vegetabilien reichen Humusbodens durch atmosphärische Niederschläge. (Annal. der Chem. und Pharm. IC, 285.)

Es ist klar, daß überall, wo ähnliche Verhältnisse zusammenwirkten, wie die, unter denen sich das Sumpfwasser in dem botanischen Garten zu München und die Brückenauer-Quellen gebildet haben, das auf der Oberfläche der Erde in der Form von Sumpf-, Quell- und Bachwasser vorkommende Wasser gewisse den Pflanzen nützliche Nahrungsstoffe, wie Phosphorsäure und Kali, in den verschiedensten Verhält-

nissen enthalten wird, die in anderen Wassern fehlen, und ebenso wird eine an vegetabilischen Ueberresten reiche Ackererde, in welcher fortdauernd Verwesungsprocesse statthaben, durch welche Producte von saurem Charakter erzeugt werden, an durchsickerndes Regenwasser Phosphorsäuren und Alkalien abzugeben vermögen, welche in größere Tiefen dringen und im Drainwasser erscheinen. Die Menge dieser im Wasser gelösten Stoffe wird abhängig sein von der Beschaffenheit des Bodens, auf welchem die Pflanzen wachsen, deren Aschenbestandtheile aus ihren verwesenden Ueberresten durch das Regenwasser fortgeführt werden. Ist der Boden felsig, mit einer dünnen Schicht Erde und einer dicken Laubdecke bekleidet, so wird das abfließende Wasser um so mehr an fixen Pflanzennahrungsstoffen tiefer liegenden Gegenden zuführen, je weniger die Erdschicht selbst davon zurückhält. Die durch starke Regenfälle aufgeschlemmten feineren Erdtheile eines solchen Bodens, welche durch den Lauf des Wassers den Thälern und Niederungen zufließen, werden je nach ihrer chemischen Beschaffenheit, von welcher ihr Absorptionsvermögen für die aufgelösten Pflanzennahrungsstoffe abhängig ist, einen Boden von allen Graden der Fruchtbarkeit darstellen; immer aber werden diese aus dem zugeführten Schlamme sich bildenden Erdschichten mit den Pflanzennahrungsstoffen, welche das Wasser enthält, aus dem sie sich absetzen, entweder gesättigt sein oder nach und nach sich sättigen. Hieraus erklärt sich vielleicht der ungleiche Werth des zum Bewässern der Wiesen dienenden Wassers, der jedenfalls nach dem Ursprung des Wassers sehr verschieden sein muß; das, was auf Höhen sich sammelt, welche mit einer reichen Vegetation bedeckt sind, oder das Wasser aus anschwellenden Sümpfen wird thatsächlich den Wiesengründen Düngerbestandtheile zuführen, während das von vegetationsfreien Gebirgen in dieser

besondern Beziehung keine Wirkung auf die Steigerung des Graswuchses ausüben kann, welche dann, wenn sie statthat, in anderen Ursachen gesucht werden muß.

An vielen Orten wird die Moorerde und der Schlamm aus Teichen, stehenden Wassern und Sümpfen als ein treffliches Mittel hochgeschätzt, um die Felder zu verbessern, und es kann dessen Wirksamkeit im Wesentlichen daraus erklärt werden, daß die kleinsten Theilchen desselben mit Düngstoffen oder Pflanzennahrungsmitteln gesättigt sind; in gleicher Weise versteht man die Fruchtbarkeit von manchen abgeholzten Waldflächen, deren Boden aus der darauf verwesenden Decke von Laub und Pflanzenresten 40, 80 Jahre oder noch länger jedes Jahr eine gewisse Menge von Aschenbestandtheilen empfangen hat, die aus einer großen Tiefe stammen und von den oberen Schichten der porösen Erde zurückgehalten werden und diese bereichern.

Die Schädlichkeit des Streurechens für die Laubholzwaldungen kann übrigens allein durch die Verarmung des Bodens an Aschenbestandtheilen, welche mit der Laubdecke hinweggenommen werden, nicht erklärt werden, denn die abgefallenen Blätter und Zweige sind an sich arm an Pflanzennährstoffen, namentlich an Kali und Phosphorsäure, und diese erreichen nicht mehr die tiefen Schichten der Erde, wo sie von den Wurzeln wieder aufgenommen werden könnten; sie beruht vielleicht mehr noch darauf, daß die Laub- und Pflanzenreste eine dauernde Quelle von Kohlensäure bilden, welche, durch das Regenwasser in die tieferen Erdschichten geführt, mächtig dazu beitragen muß, um die Erdtheile aufzuschließen und zur Verwitterung zu bringen; in einem dicht bestandenen Walde, in welchem die Luft sich seltener erneuert als in der Ebene, ist diese Zufuhr von Kohlensäure von Bedeutung; zuletzt schützt die dichte Pflan-

zendecke den Boden vor dem Austrocknen durch die Luft, und erhält darin einen dauernden Feuchtigkeitszustand, welcher den Laubholzpflanzen besonders nützlich ist, die durch die Blätter größere Mengen von Wasser als die Nadelholzpflanzen ausdünsten.

Um die Operationen des Feldbaues zu verstehen, ist es unumgänglich nöthig, daß der Landwirth die vollkommenste Klarheit über die Art und Weise gewinnt, wie die Pflanzen ihre Nahrung aus dem Boden empfangen.

Die Ansicht, daß die Wurzeln der Gewächse ihre Nahrung unmittelbar der Erdschicht entziehen, die sich in ihrer nächsten Nähe befindet, d. h. welche mit der Nahrung aufnehmenden in Berührung ist, sagt nicht, daß das Kali, der Kalk, der phosphorsaure Kalk im festen Zustande, nämlich ohne vorher gelöst worden zu sein, die Zellenmembran durchdringen können *); sie setzt nicht voraus, daß die Nahrungsstoffe, welche in dem im Boden sich bewegenden Wasser gelöst sind, nicht

*) Wenn man ein Becherglas mit Wasser füllt, dem man ein paar Tropfen Salzsäure zugesetzt hat, und dasselbe mit einer Blase überbindet, so daß zwischen der Blase und dem Wasser keine Luft sich befindet und das Wasser die Blase benetzt, die Blase außerhalb aber sorgfältig abtrocknet, so läßt sich zeigen, wie ein fester Körper, ohne daß eine Flüssigkeit von Außen mitwirkt, durch die Blase hindurch zu dem Wasser übergehen kann. Streut man nämlich auf die abgetrocknete Blase etwas Kreide oder feingepulverten phosphorsauren Kalk, so verschwindet diese in ein paar Stunden und die gewöhnlichen Reactionen zeigen alsdann den Kalk und den phosphorsauren Kalk in der Flüssigkeit im Innern des Becherglases an.

Der Uebergang des kohlensauren und phosphorsauren Kalkes in festem Zustande durch die Blase zum Wasser ist natürlich nur scheinbar. Beide lösen sich an den Stellen, wo sie mit dem sauren Wasser in den Poren der Membran in Berührung kommen, und da durch die Verdunstung des Wassers aus der Blase der innere Druck um etwas geringer als der äußere ist, so wird durch den äußeren stärkeren Druck, unterstützt von dem Lösungsvermögen des Wassers, die gebildete Lösung einwärts gepreßt.

unter Umständen aufnehmbar von den Pflanzenwurzeln sind, sondern sie nimmt als Thatsache an, daß die Pflanzenwurzeln die Nahrung von der dünnen Wasserschicht empfangen, welche, durch Capillaranziehung festgehalten, mit der Erde und Wurzeloberfläche in inniger Berührung ist, und nicht aus entfernteren Wasserschichten; daß zwischen der Wurzeloberfläche, der Wasserschicht und den Erdtheilchen eine Wechselwirkung statthat, die nicht besteht zwischen dem Wasser und den Erdtheilchen allein; sie setzt als wahrscheinlich voraus, daß die in unendlich feiner Vertheilung in der äußeren Oberfläche der Erdtheilchen haftenden Nahrungsstoffe mit der Flüssigkeit der porösen, aufnehmenden Zellenwände vermittelst einer sehr dünnen Wasserschicht in directer Berührung sind, und daß in ihren Poren selbst, ihre Lösung und von da aus ihre unmittelbare Ueberführung statthat.

Die Beweise für diese Ansicht sind kurz wiederholt folgende Thatsachen: Die Wurzeln aller Land- und der meisten Sumpfpflanzen befinden sich in unmittelbarer Berührung mit den Erdtheilen. Diese Erdtheile besitzen das Vermögen, die in wässeriger Lösung zugeführten wichtigsten Nahrungsstoffe: Kali, Phosphorsäure, Kieselsäure, Ammoniak anzuziehen und in ähnlicher Weise festzuhalten, wie die Kohle die Farbstoffe festhält. Das im Boden sich bewegende Wasser nimmt in der Mehrzahl der untersuchten Fälle aus dem Boden kaum merkliche Mengen Ammoniak und keine Phosphorsäure auf, und Kali in so kleinen Mengen, daß diese zusammen bei weitem nicht ausreichen, um die auf dem Felde gewachsenen Pflanzen mit diesen Nahrungsstoffen zu versehen.

Das im Boden stehende Wasser befördert nicht die Aufnahme der Nahrung der Landpflanzen, sondern ist ihrem Gedeihen schädlich.

Wenn die Pflanzen ihre Nahrungsstoffe aus einer Lösung im Boden empfingen, die ihren Ort wechseln konnte, so müßten alle Drainwasser, Quell-, Fluß- und Bachwasser die Hauptnahrungsstoffe aller Pflanzen enthalten und es müßte gelingen, allen Ackererden ohne Unterschied durch fortgesetztes Auslaugen alle Nahrungsstoffe vollständig oder mindestens in einem dem Verhältniß der in einer Ernte enthaltenen gleichen Menge zu entziehen. Thatsache ist, daß dies nicht gelingt; das Feld verliert durch den Einfluß des Wassers keine von den Hauptbedingungen seiner Fruchtbarkeit in solcher Menge, daß das Gedeihen der darauf cultivirten Pflanze in irgend bemerkbarer Weise dadurch beeinträchtigt würde.

Seit Jahrtausenden sind alle Felder der auslaugenden Kraft des darauffallenden Regenwassers ausgesetzt, ohne daß sie dadurch aufhörten fruchtbar für Gewächse zu sein. In allen Ländern und Gegenden der Erde, wo der Mensch zum erstenmal mit dem Pflug Furchen zieht, findet er die Ackerkrume oder die obersten Schichten des Feldes reicher und fruchtbarer als den Untergrund; die Fruchtbarkeit des Bodens nimmt nicht ab, wenn Pflanzen darauf wachsen; sie verliert sich allmälig erst dann, wenn die auf dem Felde gewachsenen Pflanzen dem Boden genommen werden.

Gegen die Ansicht, daß eine Ursache in der Pflanze selbst mitwirkt, um gewisse Nahrungsstoffe außerhalb löslich und übergangsfähig zu machen, ist es kein Widerspruch, wenn man, wie Knop, Sachs und Stohmann dargethan haben, manche Landpflanzen ohne alle Erde in Wasser, dem man die mineralischen Nahrungsmittel derselben zugesetzt hat, zum Blühen und Samentragen brachte; diese Versuche, welche über die physiologische Bedeutung der einzelnen Nährstoffe großes Licht verbreiten (siehe Anhang E.), beweisen nur, wie wunderbar der Boden für die

Bedürfnisse der Gewächse eingerichtet ist, und welcher Aufwand von menschlichem Scharfsinn, Kenntnissen und peinlicher Sorge dazu gehört, um in Verhältnissen, die so sehr von den natürlichen abweichen, gewisse Eigenschaften der Ackererde zu ersetzen, welche das gesunde Wachsthum der Pflanze sichern.

Wenn die äußere Zufuhr der Nahrungsstoffe in gelöstem Zustande wirklich der Natur der Pflanze und der Function der Wurzeln entspräche, so müßte man denken, daß in einer solchen mit allen Nahrungsstoffen in reichlichster Menge und in der beweglichsten Form versehenen Lösung die Pflanzen um so üppiger gedeihen müßten, je weniger Hindernisse der Aufnahme ihrer Nahrungsstoffe entgegenstehen.

Eine junge Roggenpflanze in einen fruchtbaren Boden versetzt entwickelt darin oftmals einen Busch von 30 bis 40 Halmen, jeden mit einer Aehre, und liefert den tausend- und mehrfältigen Ertrag von Körnern und sie empfängt ihre mineralische Nahrung aus einem Erdvolum, welches beim andauerndsten Auslaugen mit reinem oder kohlensäurehaltigem Wasser noch nicht den hundertsten Theil der Phosphorsäure und Stickstoffmenge und noch nicht den fünfzigsten Theil des Kalis und der Kieselsäure abgiebt, welchen die Pflanze aus der Erde aufgenommen hat. Wie läßt sich unter solchen Verhältnissen annehmen, daß das Wasser ausreichend gewesen wäre, um durch sein Auflösungsvermögen allein alle die Stoffe übergangsfähig in die Pflanze zu machen, die wir darin vorfinden?

Alle in wässerigen Lösungen ihrer mineralischen Nahrungsstoffe gezogenen Pflanzen sind auch bei üppigem Wachsthum in Beziehung auf die erzeugte Pflanzenmasse nicht entfernt mit einer in fruchtbarem Erdreich wachsenden Pflanze zu vergleichen, und ihr ganzer Entwickelungsproceß ist ein Beweis, daß die

Bedingungen ihres gedeihlichen Wachsthums in der Erde ganz anderer Art sind.

Das höchste Erntegewicht, welches Stohmann bei einer im Wasser gezogenen Maispflanze erzielte, betrug 84 Grm., während das Gewicht einer gleichzeitig im Lande gewachsenen Maispflanze von demselben Samen 346 Grm. betrug. In Knop's Versuchen verhielt sich das Trockengewicht zweier Maispflanzen, von denen die eine im Wasser, die andere im Boden gewachsen war, wie 1 : 7.

Das in der Erde sich bewegende Wasser enthält Kochsalz, Kalk und Bittererde, die beiden letzteren theils an Kohlensäure, theils an Mineralsäuren gebunden, und es kann wohl kaum bezweifelt werden, daß die Pflanze von diesen Stoffen aus der Lösung aufnimmt; das Gleiche muß von dem Kali, dem Ammoniak und den gelösten Phosphaten gelten; allein das Wasser, welches im natürlichen Zustande des Bodens darin circulirt, enthält die drei letztgenannten Stoffe entweder gar nicht oder bei weitem nicht in der Menge gelöst, wie sie das Bedürfniß der Pflanze erheischt.

Nach den gewöhnlichsten Regeln der Naturforschung hat man in der Erklärung einer Naturerscheinung nicht die Fälle zu beachten, in welchen die Bedingungen der Hervorbringung der Erscheinung bekannt sind und klar vor Augen liegen, und wenn man z. B. in dem Sumpfwasser alle Aschenbestandtheile der Wasserlinse wiederfindet, so ist man über die Form nicht im Zweifel, in welcher sie übergegangen sind, sie sind im Wasser gelöst und im löslichen Zustande aufgenommen worden; zu erklären ist in einem solchen Falle nur, welcher Grund bewirkt hat, daß sie bei einer vollkommen gleichen Form in ungleichen Verhältnissen übergegangen sind.

Wenn man in einem andern Falle findet, daß das Regenwasser, welches auf ein gegebenes Feld fällt, vielmal mehr Kali aus der Erde auflöst als eine Ernte Rüben enthielt, die in einem solchen Boden gewachsen ist, so hat man allen Grund, anzunehmen, daß die Rübe, ähnlich wie die Wasserlinse, das ihr nothwendige Kali aus einer Lösung empfangen hat; wenn man aber in der ganzen Wassermenge, welche auf das Feld während der Vegetationszeit fällt, gerade nur so viel Kali und nicht mehr auffindet als die Rübenernte bedarf, so muß man schon, um den Kaligehalt von der Lösung abzuleiten, die unmögliche Annahme machen, daß alle Wassertheilchen, welche Kali enthalten, mit allen Rübenwurzeln in Berührung gekommen sind, weil sonst die Rübe nicht so viel Kali aufnehmen konnte als sie wirklich enthält. Diese Annahme ist deshalb unmöglich, weil in der Regel in der Vegetationszeit der Rübe in dem Boden kein bewegliches, z. B. durch Drainröhren ableitbares Wasser zugegen ist.

Findet man durch die Untersuchung des Wassers im Boden halb so viel Kali als eine Rübenernte bedarf, so handelt es sich nicht darum, zu erklären, wie die in Lösung befindliche Hälfte des Kalis in die Rübenpflanze hineingekommen ist, sondern in welcher Form und Weise sie die im Wasser fehlende andere Hälfte sich angeeignet hat.

Wenn man ferner durch die Untersuchung des Wassers in anderen Feldern findet, daß dieses nur $^1/_4$ der Kalimenge von einer Rübenernte oder nur $^1/_8$ bis $^1/_{20}$ bis $^1/_{50}$ derselben enthält, wenn man also ermittelt hat, daß in einem Boden, in welchem Rüben gedeihen, die Rübe immer dieselbe Kalimenge vom Boden empfängt, ganz gleichgültig, wie viel oder wie wenig davon das im Boden bewegliche Wasser aus der Erde auflöst, so folgt daraus, da nur Wasser, Boden und Pflanze

in Betracht kommen können, daß das directe Auflösungsvermögen des Wassers für Kali bedeutungslos für die Pflanze ist, und daß die Pflanze selbst, unter Mitwirkung des Wassers, das ihr nothwendige Kali auflöslich gemacht haben muß.

Was hier für einen Bestandtheil gesagt ist, gilt für alle. Wenn man also findet, daß man durch Behandlung einer Erde mit Regenwasser Kali, Phosphorsäure und Ammoniak oder Salpetersäure daraus löslich machen kann, in solcher Menge, daß diese genügende Rechenschaft über den Gehalt einer Halmfrucht an diesen Stoffen giebt, die auf einem solchen Boden gewachsen ist, während sich herausstellt, daß die Pflanze über hundertmal mehr Kieselsäure enthält als das Wasser möglicherweise zuführen konnte, so wird man wieder den Grund ihrer Aufnahme, da er im Wasser nicht liegt, in der Pflanze suchen müssen, und wenn andere Fälle ergeben, daß man eine gleich reiche Getreideernte auf Feldern erzielt, denen man durch Wasser keine Phosphorsäure oder kein Ammoniak entziehen kann, so gelangt man wieder zu dem Schluß, daß die im Wasser löslichen Nährstoffe für die untersuchten Pflanzen keine besondere Wichtigkeit haben, und daß es nur darauf ankommt, daß sie die geeignete Form besitzen, um der Wirkung der Wurzel, welcher Art sie auch sein mag, zu folgen.

Die schönen, gemeinschaftlich von dem Herrn Professor Nägeli und Dr. Zoeller in dem botanischen Garten in München ausgeführten Vegetationsversuche beweisen auf die schlagendste Weise die Richtigkeit der Schlüsse, zu welchen die Untersuchung der Drain- und anderer Wässer geführt haben. Anstatt, wie dies bei allen bis jetzt angestellten Versuchen geschah, eine Pflanze in den Lösungen ihrer mineralischen Nährstoffe zu erziehen, schlugen sie den ganz entgegengesetzten Weg ein, indem

sie die Samen der Pflanzen in einem Boden wachsen ließen, der alle ihre Nahrungsstoffe im unlöslichen Zustande enthielt.

Es ist nicht leicht eine Materie aufzufinden, welche für solche Versuche die Ackerkrume in allen ihren Eigenschaften ersetzen kann, und man erkennt die Schwierigkeit sogleich daran, daß keine von Boussingault und Anderen in einer künstlichen, mit allen Nährstoffen reichlich versehenen Erde gezogene Pflanze auch nur entfernt einer anderen vergleichbar war, die in fruchtbarem Ackerboden gewachsen ist; gepulverte Kohle oder Bimsstein vermögen manche Pflanzennährstoffe ihre Lösungen zu entziehen und physikalisch zu binden, sie besitzen aber in feuchtem Zustande nicht die weiche, schmiegsame, nachgebende Beschaffenheit des Thons in der Ackererde, welche die innige Berührung der Wurzel mit den Erdtheilen voraussetzt; am besten eignet sich dazu gröblich gepulverter Torf, der in feuchtem Zustande eine dem Thon entfernt vergleichbare, bildsame Masse darstellt, und welcher, wie die Ackererde, alle Pflanzenstoffe aus ihren Lösungen absorbirt. In den Versuchen der Herren Nägeli und Zoeller wurde darum Torfklein (Torfabfälle in Pulverform) zum Vehikel der Nährstoffe gewählt, dessen Absorptionsvermögen für die verschiedenen Nährstoffe vorher ermittelt wurde.

Ein Liter Torf, dessen Gewicht 324 Grm. betrug, absorbirte bei Berührung mit Lösungen von kohlensaurem Kali — Ammoniak — Natron, saurem phosphorsauren Kalk, 1,45 Grm. Kali, 1,227 Grm. Ammoniak, 0,205 Natron und 0,890 Grm. phosphorsauren Kalk (= 0,410 Phosphorsäure).

Die eben angeführten Kali- und Ammoniakmengen drücken nicht die ganzen Quantitäten dieser Stoffe aus, welche der Torf bei völliger Sättigung aufnimmt, sondern nur diejenigen, die derselbe beim einfachen Zumischen der Lösungen und einer Berührung

von einigen Stunden absorbirt; setzt man dem Torfpulver mehr von diesen Lösungen zu, so zeigt die Flüssigkeit eine alkalische Reaction, die nach einem oder mehreren Tagen wieder verschwindet, und nach acht Tagen ist die Reaction erst bleibend, wenn das Liter Torf 7,892 Grm. Kali und 4,169 Ammoniak aufgenommen hat; was wir in dem Folgenden mit gesättigtem Torf bezeichnen, enthält nur $^1/_5$ des Kalis und $^1/_3$ des Ammoniaks, welche er vollkommen gesättigt aufnehmen würde.

Zur Herstellung von Bodensorten von ungleichem Gehalte an Nährstoffen wurden drei Mischungen von gesättigtem mit rohem Torfpulver gemacht.

1. Mischung enthielt 1 Vol. gesättigtes Torfpulver.
2. „ „ 1 „ „ „ u. 1 Vol. rohes Torfpulver.
3. „ „ 1 „ „ „ u. 3 „ „ „

Diese Mischungen stellten Erdsorten dar, in welchen die dritte ein viertel, die zweite ein halb von der Quantität der zugesetzten Nährstoffe der ersten enthielt.

Der rohe Torf enthielt 2,5 Proc. Stickstoff, und 100 Grm. hinterließen 4,4 Grm. Asche, worin die Analyse 0,115 Grm. Kali, 0,0576 Grm. Phosphorsäure (ferner Kalk, Eisenoxyd, Kieselsäure, Bittererde, Schwefelsäure, Natron, siehe ausführlicher im Anhang E.) nachwies.

Von jeder dieser Mischungen wurde ein Topf angefüllt, welcher $8^1/_2$ Liter (2592 Grm.) faßte; ein vierter Topf von gleichem Inhalt enthielt rohes Torfpulver.

Mit Berücksichtigung des Aschengehaltes des rohen Torfes, enthielt jeder Topf die folgenden Quantitäten an Nährstoffen:

	1. Topf mit rohem Torf.	2. Topf $^1/_4$ gesättigter Torf.	3. Topf $^1/_2$ gesättigter Torf.	4. Topf $^1/_1$ gesättigter Torf.
Stickstoff . . .	71 Grm.	2,60 Grm.	4,32 Grm.	8,65 Grm.
Kali	3,18 „	3,075 „	6,15 „	12,30 „
Phosphorsäure .	1,586 „	0,83 „	1,75 „	3,49 „

Die Zahlen für Stickstoff, Kali und Phosphorsäure drücken beim rohen Torf (1. Topf) dessen Stickstoffmenge und die Menge von Kali und Phosphorsäure in der Asche desselben aus, bei den anderen Töpfen die Menge der Nährstoffe, welche zugesetzt worden waren.

In jeden dieser Töpfe wurden fünf Zwergbohnen gepflanzt, deren Gewicht bestimmt wurde und die man vorher in reinem Wasser hatte keimen lassen.

Die Pflanzen in den drei gedüngten Töpfen entwickelten sich sehr gleichmäßig und die Ueppigkeit ihres Wachsthums erregte das Erstaunen Aller, die sie sahen.

In dem halb- und viertelgesättigten Torf hatten die Pflanzen im ersten Monat ein schöneres Aussehen, aber die im gesättigten Torf überholten sie bald, und in der Größe und dem Umfang der Blätter war der Unterschied im Verhältniß zu dem reicheren Boden in die Augen fallend.

Bemerkenswerth war ferner der Einfluß des Bodens auf den Abschluß der Vegetationszeit. Eine jede der fünf Pflanzen in reinem Torf brachte eine kleine Schote hervor, die fünf Schoten enthielten 14 Samen. Während der Samenreife derselben starben die Blätter von unten nach oben ab, so daß noch ehe die Schoten gelb wurden, alle Blätter abgefallen waren; die Pflanzen im gesättigten Torf blieben am längsten grün, und die Samenreife trat bei diesen am spätesten ein. Die letzte Schote wurde von diesen Pflanzen am 29. Juli, die letzte Schote von den Pflanzen im reinen Torf schon am 16. Juli geerntet.

Die folgende Uebersicht giebt die Ernteerträge von allen vier Töpfen, und zwar die Anzahl der Samen und das Gewicht derselben.

Es lieferte Ertrag:

	1. Topf mit rohem Torf.	2. Topf 1/4 gesättigter Torf.	3. Topf 1/2 gesättigter Torf.	4. Topf 1/1 gesättigter Torf.	
Anzahl	14	79	80	103	Bohnen.
Aussaat . . .	5	5	5	5	"
In Grammen:					
Ertrag	7,9	56,7	74,3	105	Grm.
Aussaat . . .	3,965	3,88	4,087	4,055	"
Mithin Mehrertrag über die Aussaat . . .	3,9	52,82	70,213	100,945	"

Es fällt hier sogleich der große Unterschied in der Anzahl und dem Gewichte der geernteten Samen in die Augen; der an Nährstoffen reichere Boden lieferte nicht nur mehr Samen, sondern auch größere und schwerere Samen, und zwar betrug das Gewicht derselben in Milligrammen durchschnittlich:

	1. Topf	2. Topf	3. Topf	4. Topf
Eine Saatbohne wog .	793	776	817	813
Eine geerntete wog . .	564	718	917	1019

Von den Samen der im ersten Topfe (rohem Torf) gewachsenen Pflanzen wogen sieben Stück nicht mehr als fünf von der Aussaat, und von denen aus dem gesättigten Torf wog ein Stück ein Fünftel mehr als wie eine Bohne von der Aussaat.

Vergleicht man die Ernte an Samen mit der Menge der Nährstoffe, welche der Torf in den vier Töpfen enthielt, so bemerkt man sogleich, welchen Einfluß die Form der Nährstoffe und ihre Verbreitung auf ihr Ernährungsvermögen gehabt hat.

In dem 1/4 gesättigten Torf betrug die Phosphorsäure um etwas mehr als die Hälfte (um 0,83 Grm.) mehr als die im rohen Torf enthaltene Menge (1,586 Grm.), das Kali war verdoppelt und die Menge des Stickstoffs nur um 1/27 vermehrt

worden, die Ernte war aber nicht um 1/3 (entsprechend der zugesetzten Phosphorsäure) höher als wie die im rohen Torf gewachsenen Pflanzen, sondern sie war über dreizehnmal höher. Die schwache Düngung hatte bewirkt, daß der Torf im zweiten Topfe für die Samenbildung allein dreizehnmal mehr, für die ganzen Pflanzen vielleicht aber dreißigmal mehr Nährstoffe, als der rohe Torf abgegeben hatte.

Offenbar besaß von den Aschenbestandtheilen des rohen Torfes nur eine sehr kleine Menge die zur Ernährung der Bohnenpflanze geeignete Form, sie waren nicht aufnahmsfähig, weil sie in chemischer Verbindung in der Torfsubstanz enthalten waren. Mit einem rohen Bilde verglichen, kann man sich die Nährstoffe in dem rohen Torf eingehüllt von Torfsubstanz denken, welche ihre Berührung mit den Wurzeln hindert, während die Nährstoffe der gesättigten Torftheile die äußere Hülle der Torfsubstanz bildeten.

Die Ernteerträge der Samen zeigen ferner, daß sie nicht im Verhältnisse standen zu dem Gehalt des Bodens an Nährstoffen, sondern daß die daran ärmere Mischung weit mehr Samen lieferte als sie nach dem Gehalte der reicheren hätte liefern sollen. Bei den verschiedenen Töpfen verhielten sich:

	2. Topf 1/4 gesättigt.	3. Topf 1/2 gesättigt.	4. Topf 1/1 gesättigt.
Die Düngermenge:	1	2	4
Die Ernteerträge hingegen wie:	2	2,8	4

Der Grund hiervon ist nicht schwer einzusehen; das Ergebniß, daß der 1/4 gesättigte Torf doppelt soviel an Ertrag lieferte, als der Düngung entsprach, beweist, daß die aufnehmenden Wurzeloberflächen mit doppelt soviel ernährenden

Torftheilchen in Berührung gekommen waren. Der 1/4 gesättigte Torf enthielt dem Gewicht nach in jedem Kubikcentimeter nur 1/4 der Nährstoffe des ganz gesättigten, aber durch die Mischung von 1 Vol. des gesättigten mit 3 Vol. des ungesättigten war der erstere weit mehr vertheilt und sein Volum oder seine wirksame Oberfläche größer geworden. Wenn man sich den Fall denkt, daß sich 3 Vol. grobes Torfpulver mit 1 Vol. gesättigtem so candiren ließen, daß jedes Stückchen des ersteren vollkommen umgeben oder eingeschlossen wäre von den gesättigten Torftheilchen, so würden die Bohnenpflanzen in einem so zubereiteten Boden gerade so üppig wachsen, wie wenn der Torf in allen seinen Theilen mit Nährstoffen gesättigt worden wäre.

Die erhaltenen höheren Erträge in dem verhältnißmäßig ärmeren Boden beweisen demnach, daß nur die Nährstoffe enthaltende Bodenoberfläche wirksam ist, und daß das Ertragsvermögen eines Bodens nicht im Verhältniß zur Quantität an Nährstoffen steht, welche die chemische Analyse darin nachweist; diese Thatsachen beweisen zuletzt, daß nicht das Wasser durch sein Lösungsvermögen den Pflanzenwurzeln die aufgenommenen Nährstoffe zugeführt hat.

Aus dem Verhalten einer mit Nährstoffen gesättigten Erde gegen Wasser ist uns genau bekannt, daß wenn Wasser aus der gesättigten Erde eine gewisse Menge Ammoniak, Kali ꝛc. aufgelöst hat, daß die nämliche Menge Wasser aus einer halb gesättigten Erde (oder aus einer Erde, der man die Hälfte des absorbirten Kalis und Ammoniaks bereits entzogen hat) nicht halb soviel als aus der gesättigten Erde weiterhin auflöst, sondern daß die Erde in eben dem Verhältniß, als sie in dieser Weise ärmer an Nährstoffen geworden ist, den Rest des Aufgenommenen um so fester hält.

In dem halbgesättigten Torf sind die Nährstoffe weit fester gebunden als in dem ganz gesättigten, und in dem viertelgesättigten weit fester als in dem halbgesättigten.

Wenn demnach auch das Wasser aus dem halbgesättigten ein halbmal soviel als aus dem ganz gesättigten und aus dem viertelgesättigten ein halbmal soviel wie aus dem halbgesättigten hätte auflösen und den Wurzeln zuführen können, so hätten die Erträge in keinem Falle größer sein können als dem Gehalte des Bodens an Nährstoffen entsprach, sie waren aber weit größer und die Wurzeln nahmen thatsächlich mehr Nährstoffe auf als das Wasser in dem günstigsten Falle möglicher Weise hätte zuführen können.

In diesen Versuchen ist zum erstenmal der directe Beweis geführt, daß die Pflanzen die ihnen nothwendigen Nährstoffe aus einem Boden, der dieselben in physikalischer Bindung, d. h. in einem Zustande enthält, in welchem sie ihre Löslichkeit im Wasser verloren haben, aufzunehmen vermögen, und das Verhalten der Ackererde und des Culturbodens überhaupt giebt zu erkennen, daß die in diesem enthaltenen Nährstoffe in derselben Form darin zugegen sein müssen, mit dem Unterschiede jedoch, daß die Erdtheile nicht bloß als Träger derselben dienen, sondern auch die Quelle derselben sind. In einem Boden, der aus Torfklein besteht, wird eine darauf folgende Pflanze nicht zum zweiten Male gleich vollkommen sich entwickeln können, wenn die entzogenen Nährstoffe demselben nicht wieder zugeführt werden, er wird nicht wieder ernährungsfähig werden, wie lange man ihn auch brachliegen läßt.

Die Nützlichkeit der mechanischen Bearbeitung des Bodens beruht auf dem Gesetze, daß die in der fruchtbaren Erde vorhandenen Nährstoffe ihren Ort durch das im Boden sich bewegende Wasser nicht verlassen, daß die Culturpflanzen ihre

Hauptnahrung von den Erdtheilen empfangen, mit welchen die Wurzeln sich in Berührung befinden, aus einer Lösung, die sich um die Wurzel selbst bildet, und daß alle Nahrungsstoffe außerhalb des Umkreises der Wurzeln wirkungsfähig, aber nicht aufnehmbar für die Pflanzen sind.

In der Natur besteht kein Gesetz für sich allein, sondern alle zusammen sind nur Glieder in einer Kette von Gesetzen, die selbst wieder untergeordnet sind einem höheren und höchsten Gesetze.

Mit dem Naturgesetze, daß sich das organische Leben nur in der äußersten, der Sonne zugekehrten Erdkruste entwickelt, steht in der engsten Verbindung das Vermögen der Trümmer dieser Erdkruste, aus denen die Ackerkrume besteht, alle diejenigen Nahrungsstoffe aufzusammeln und festzuhalten, welche Bedingungen des Lebens sind. Die Pflanze besitzt nicht, wie die Thiere, besondere Apparate, in denen die Speisen aufgelöst und zur Aufnahme geschickt gemacht werden; diese Vorbereitung der Nahrung legt ein anderes Gesetz in die fruchtbare Erde selbst, die in dieser Beziehung die Function des Magens und der Eingeweide der Thiere übernimmt. Die Ackerkrume zersetzt alle Kali-, Ammoniak- und die löslichen phosphorsauren Salze, und es empfängt das Kali, das Ammoniak und die Phosphorsäure in dem Boden immer dieselbe Form, von welchem Salze sie auch stammen mögen, und in dieser Wirksamkeit stellt die pflanzentragende Erde zum Nutzen der Thiere und Menschen einen unermeßlichen ausgedehnten Reinigungsapparat für das Wasser dar, aus dem sie alle der Gesundheit der Thiere schädlichen Stoffe, alle Producte der Fäulniß und Verwesung untergegangener Pflanzen- und Thiergenerationen entfernt.

Die Frage, wie viel von den verschiedenen Nährstoffen eine Erde enthalten muß, um lohnende Ernten zu liefern, ist

von großer Wichtigkeit, ihre genaue Beantwortung ist aber mit den größten Schwierigkeiten verbunden. Wenn in der That das Ernährungsvermögen einer Ackerkrume abhängig ist von der Menge derselben, welche in physikalischer Bindung in der Erde enthalten ist, so ist es einleuchtend, daß die chemische Analyse, welche die chemisch-gebundenen von den physikalisch-gebundenen nicht scharf unterscheidet, keinen sichern Aufschluß darüber giebt.

Die Vergleichung verschiedener Bodenarten von gleichem Ertragsvermögen giebt zu erkennen, daß die chemische Zusammensetzung derselben im höchsten Grade ungleich ist, und daß von zwei Bodenarten, von denen die eine 80 bis 90 Procent Steine und Kieselsand, die andere nur 20 Procent enthält, der erstere häufig bessere Erträge giebt als der andere, und man kann sich den Fall denken, daß ein an sich fruchtbarer Boden mit seinem halben Volum Kieselsand gemengt, in seinem Ertrage nicht abnimmt, ja daß er zunimmt, obwohl er jetzt in jedem Theile seines Querschnittes $^1/_3$ weniger Nährstoffe wie vorher enthält, weil durch die Beimischung von Sand die Nahrung darbietende Oberfläche der anderen Gemengtheile des Bodens vermehrt wird, auf welche in Hinsicht auf die Abgabe der Nahrungsstoffe alles ankommt.

Ein Boden, auf welchem Roggen gedeiht, ist häufig nicht für die lohnende Cultur des Weizens geeignet, obwohl beide Pflanzen dem Boden ganz dieselben Bestandtheile entnehmen.

Es ist offenbar, daß das Nichtgedeihen des Weizens auf einem solchen Boden darauf beruht, daß jede Weizenpflanze während ihres Lebens in dem Umkreise, der ihren Wurzeln Nahrung darbietet, der Zeit und Menge nach nicht genug für ihre volle Entwickelung vorfindet, während diese ausreichend für die Roggenpflanze ist.

Die chemische Analyse weist nun nach, daß ein solcher Roggenboden im Ganzen auf 5 bis 10 Zoll Tiefe funfzig-, vielleicht hundertmal mehr an den Nahrungsmitteln der Weizenpflanze enthält, als für eine volle Weizenernte erforderlich ist, aber dennoch trotz dieses Ueberschusses keine lohnende Ernte im landwirthschaftlichen Sinne liefert.

Vergleicht man die Menge Phosphorsäure und Kali, welche eine mittlere Weizenernte (2000 Kilogr. Korn und 5000 Kilogr. Stroh) und eine Roggenernte (1600 Kilogr. Korn und 3800 Kilogr. Stroh) einer Hectare Feld entzieht, so ergiebt sich:

Es empfangen vom Boden

	der Weizen:	der Roggen:
Phosphorsäure . .	25 bis 26 Kilogr. .	17 bis 18 Kilogr.
Kali	52 » .	39 » 40 »
Kieselsäure	160 » .	100 » 110 »

Der Unterschied in dem absoluten Bedarf ist demnach sehr klein. Die Weizenernte empfing vom Boden nur 9 Kilogramm Phosphorsäure und etwa 12 Kilogramm Kali und 50 bis 60 Kilogr. Kieselsäure mehr als die Roggenernte.

Vor der Bekanntschaft mit dem eigentlichen Grunde, auf welchem das Ernährungsvermögen der Ackererde beruht, ist es völlig unverständlich gewesen, wie ein so schwacher Unterschied von ein paar Pfunden Phosphorsäure, Kieselsäure und Kali in dem Bedarf eine so große Verschiedenheit in der Qualität des Feldes bedingen konnte; denn gegen die Menge gehalten, welche der Roggenboden thatsächlich enthält, ist der Mehrbedarf der Weizenpflanze verschwindend klein.

Diese Erscheinung würde in der That unbegreiflich sein, wenn die Nährstoffe der Halmgewächse eine bemerkliche Beweglichkeit besäßen, denn in diesem Falle könnte ein wirklicher Mangel an einem gegebenen Orte nicht statt haben; ein jeder

Regenfall würde die ärmeren Stellen wieder mit Nahrung versehen, wenn überhaupt der geringe Ueberschuß, den die Weizenpflanze mehr als die Roggenpflanze bedarf, durch Vermittelung des Wassers verbreitbar wäre. Obwohl sich also in einer geringen Entfernung von den Weizenwurzeln (auf einem Boden, der für die Cultur des Roggens, aber nicht für die des Weizens geeignet ist) eine große Menge und in dem Erdvolum zwischen zwei Roggenpflanzen oft fünfzigmal mehr Phosphorsäure und Kali befindet, als der geringe Mehrbedarf der Weizenpflanze beträgt, so kann thatsächlich diese Nahrung nicht zur Weizenwurzel gelangen.

Zieht man aber in Betracht, daß die Pflanzennährstoffe im Boden ihren Ort nicht wechseln können, so erklärt sich das Nichtgedeihen der Weizenpflanze auf dem Roggenfelde auf die einfachste Weise.

Wenn eine Hectare (1 Million Quadratdecimeter) Feld an eine mittlere Roggenernte (Korn und Stroh) 17 Millionen Milligramme (17 Kilogramm) Phosphorsäure, 39 Millionen Milligramme Kali und 102 Millionen Milligramme Kieselsäure abgiebt, so empfangen die auf einem Quadratdecimeter wachsenden Roggenpflanzen von dem Boden 17 Milligramme Phosphorsäure, 39 Milligramme Kali und 102 Milligramme Kieselsäure.

Von derselben Fläche eines guten Weizenbodens empfangen aber die Weizenpflanzen 26 Milligramme Phosphorsäure, 52 Milligramme Kali und 160 Milligramme Kieselsäure. Die Nahrung aufnehmende Oberfläche der Roggen- und Weizenwurzeln ist nicht mit allen Nahrung enthaltenden Erdtheilchen in einem Quadratdecimeter des Feldes abwärts, sondern nur mit einem kleinen Volum der Erdmasse in Berührung, und es versteht sich ganz von selbst, daß die Erdtheilchen, die zu-

fällig nicht mit den Pflanzenwurzeln in Berührung kommen können, gerade so viel Nahrungsstoffe enthalten müssen als die anderen, wenn der Same allerorts gedeihen soll.

Wenn wir mit einiger Zuverlässigkeit die Nahrung aufnehmende Wurzeloberfläche ermitteln könnten, so würde man damit das Volum Erde kennen, von welcher sie die Nahrung empfangen hat, denn jede Wurzelfaser ist umgeben von einem Erdcylinder, dessen innere der Wurzel zugekehrte Wand von der abwärts dringenden Wurzelspitze oder den abwärts sich ansetzenden Zellenoberflächen gleichsam abgenagt worden ist, allein der Durchmesser und die Länge der Wurzelfasern ist bei keiner Pflanze bekannt und wir müssen uns demnach auf Schätzungen beschränken.

Nimmt man an, daß die 17 Milligramme Phosphorsäure, 39 Milligramme Kali und 102 Milligramme Kieselsäure abwärts von einer Erdmasse aufgenommen wurden, deren horizontaler Querschnitt 100 Quadratmillimeter beträgt, so enthält das Roggenfeld in jedem Quadratdecimeter (10,000 Quadratmillimeter) abwärts, 1700 Milligramme Phosphorsäure, 3900 Milligramme Kali und 10,200 Milligramme Kieselsäure, dies ist hundertmal so viel, als eine mittlere Roggenernte bedarf, und da die Weizenpflanze die Hälfte mehr Phosphorsäure und Kieselsäure und 0,4 mehr Kali von den nämlichen Stellen der Erde zu empfangen hat, wenn sie in gleicher Weise gedeihen soll, so ergiebt sich jetzt, daß wenn eine Hectare Feld, um fruchtbar für eine mittlere Roggenernte zu sein, enthält:

> 1700 Kilogramm Phosphorsäure, 3900 Kilogramm Kali und 10,200 Kilogramm Kieselsäure,

so muß der fruchtbare Weizenboden enthalten:

> 2560 Kilogramm Phosphorsäure, 5200 Kilogramm Kali und 15,300 Kilogramm Kieselsäure.

Wenn ein Kubikdecimeter (1 Liter) Ackererde durchschnittlich 1200 Gramme wiegt und man annimmt, daß die größte Anzahl der Wurzeln der Weizenpflanze nicht tiefer als 25 Centimeter (10 Zoll) dringen, so würden obige 1700 Milligramm Phosphorsäure, 3900 Milligramm Kali und 10,200 Milligramm Kieselsäure in aufnehmbarer Form in $2^1/_2$ Kubikdecimeter Erde oder 3000 Grammen enthalten sein müssen; dies macht 0,056 Procent Phosphorsäure, 0,034 Procent Kali und 0,34 Procent Kieselsäure aus.

Ehe wir das Gebiet der Folgerungen betreten, die sich an diese Zahlen knüpfen, muß daran erinnert werden, daß sie einige hypothetische Elemente enthalten, die man nicht aus den Augen verlieren darf. Was die Zahlen für die Menge der Aschenbestandtheile betrifft, welche durch eine mittlere Roggen- und Weizenernte im Korn und Stroh einer Hectare Feld genommen wurden, so sind sie durch die Analyse bestimmt worden und nicht hypothetisch. Sicher ist demnach, daß die Weizenernte die Hälfte mehr Phosphorsäure und Kieselsäure und ein Drittel mehr Kali dem Boden entzieht, als die Roggenernte.

Die Annahme, daß der Weizenboden auf 10 Zoll Tiefe 0,056 Procent Phosphorsäure, 0,034 Procent Kali und 0,34 Procent Kieselsäure in physikalischer Bindung enthalte, was hundertmal soviel ausmacht, als durch eine Weizenernte im Korn und Stroh dem Felde genommen wird, ist rein hypothetisch, und es handelt sich hier darum, die Grenze zu bestimmen, bis zu welcher diese Schätzung als wahr angenommen werden kann.

Wenn man Ackererde kalt mit Salzsäure 24 Stunden lang in Berührung läßt, so nimmt diese eine gewisse Menge Kali, Phosphorsäure, Kieselsäure sowie Kalk, Bittererde u. s. w. daraus auf. Behandelt man die Erde lange Zeit mit kochen-

der Salzsäure, so betragen die Mengen der aufgelösten Kieselsäure und des Kalis weit mehr. Man erhält zuletzt durch vorhergegangene Aufschließung der Silicate, bei der Behandlung mit Salzsäure in der Wärme, den ganzen Kali- und Kieselsäuregehalt der Erde. Ohne einen Irrthum zu begehen, wird man voraussetzen können, daß die von kalter Salzsäure der Erde entziehbaren Pflanzennährstoffe am schwächsten von der Erde angezogen sind und ihrer Form nach den physikalisch gebundenen am nächsten stehen, jedenfalls so nahe, daß sie durch die gewöhnlichen Verwitterungsursachen sehr leicht in diese Form der Verbindung übergehen können.

In dieser Weise wurden von Dr. Zoeller zwei Weizenbodensorten der Analyse unterworfen, der Lehmboden von Bogenhausen und Weihenstephan, von denen namentlich der letztere einen vortrefflichen Weizenboden darstellt. Einhundert Theile dieser beiden Erden gaben an kalter Salzsäure ab:

		Phosphorsäure	Kali	Kieselsäure
Weihenstephaner Erde	=	0,219	0,249	0,596
Bogenhausener »	=	0,129	0,093	0,674

Wenn diese Quantitäten von Nährstoffen in aufnahmsfähigem Zustande in diesen Bodensorten vorhanden sind, so würde der Gehalt in der Weihenstephaner Erde an Phosphorsäure beinahe 400mal, an Kali 700mal, an Kieselsäure etwas mehr als 190mal soviel betragen, als eine Weizenernte bedarf; in der Bogenhausener Erde wäre der Phosphorsäure-, Kali- und Kieselsäuregehalt doppelt so groß, als hypothetisch vorausgesetzt worden ist.

Die bekannten Analysen anderer Chemiker von ähnlichen Bodensorten zeigen, daß die angenommene Schätzung des erforderlichen Gehaltes eines guten Weizen- oder Roggenbodens

an Nährstoffen eher unter als über dem wirklichen Gehalte liegt, und es würde in der That die Zukunft der Landwirthschaft sehr trübe erscheinen, wenn der Boden nicht weit reicher an Nährstoffen wäre, als hier hypothetisch angenommen worden ist.

Es ist vielleicht hier der Ort, den Unterschied von Fruchtbarkeit und Ertragsvermögen eines Feldes hervorzuheben. Nach den früher beschriebenen Versuchen von Nägeli und Zoeller läßt sich Torfklein durch Sättigung mit den nöthigen Nährstoffen in einen äußerst fruchtbaren Boden für Bohnen verwandeln, und die Vergleichung der Aschenbestandtheile des geernteten Strohs und der Samen mit der Menge, welche man dem Torfklein zugesetzt hatte, zeigt, daß die 12- bis 14fache Menge der letzteren genügte, um eine sehr hohe Samenernte zu erzielen, aber der poröse, in allen auch seinen kleinsten Theilen mit Nährstoffen gesättigte Torf begünstigte eine enorme Wurzelentwickelung, und nichts kann gewisser sein, als daß sein Ertragsvermögen der Zeit nach sehr klein ist, und daß er durch eine sehr kurze Reihe von Ernten seine Fruchtbarkeit sehr rasch und für immer verliert.

Der sehr hohe Gehalt unserer Kornfelder an Nährstoffen ist die unerläßlich nothwendige Bedingung für nachhaltige hohe Erträge, er ist aber nicht nothwendig für eine hohe Ernte.

Ein guter Roggenboden heißt ein Boden, welcher eine mittlere Roggenernte, aber keine mittlere Weizenernte, sondern weniger erträgt.

Der Grund, warum die Weizenpflanze, welche dieselben Elemente aus dem Boden wie die Roggenpflanze bedarf, auf dem Roggenboden nicht ebenso gedeiht wie diese, beruht nach dem Vorhergehenden darauf, daß sie in derselben Zeit mehr

von diesen Nährstoffen nöthig hat als die Roggenpflanze, dieses Mehr aber nicht erlangen kann. Ein guter Weizenboden, der eine mittlere Weizenernte liefert, unterscheidet sich demnach von einem guten Roggenboden, der eine mittlere Roggenernte erzeugt, dadurch, daß er in allen seinen Theilen in eben dem Verhältniß mehr Nahrungsstoffe enthält, als die Weizenernte mehr braucht und hinwegnimmt als die Roggenernte.

Ein guter Roggenboden, welcher von seinem Gehalt an Nährstoffen 1 Procent an eine mittlere Roggenernte abzugeben vermag und abgiebt, würde eine mittlere Weizenernte liefern müssen, wenn die darauf wachsenden Weizenpflanzen $1\frac{1}{2}$ Procent seiner Nährstoffe sich aneignen könnten. Thatsächlich geschieht dies nicht; hieraus folgt von selbst, daß die aufsaugenden Wurzeloberflächen der Weizenpflanze nicht um die Hälfte größer sein können, als die der Roggenpflanze; denn wären sie um die Hälfte größer, so würden die Wurzeln der Weizenpflanze mit der Hälfte mehr Nahrung abgebender Erdtheile in Berührung kommen, d. h. der Roggenboden würde eine mittlere Weizenernte liefern müssen, die er aber nicht liefert.

Die Vergleichung der Erträge an Korn und Stroh eines Roggenbodens, welcher gleichzeitig und zur Hälfte mit Roggen und Weizen bestellt worden ist, dürfte demnach zur Beurtheilung der Wurzeloberfläche der Weizen- und Roggenpflanze führen können. Wenn die Weizenernte von der Hälfte eines solchen Feldes auf die Hectare berechnet eben so viel Phosphorsäure und Kali empfängt wie die Roggenernte von der anderen Hälfte (17 Kilogramm Phosphorsäure und 39 Kilogramm Kali), so sind die Wurzeln der Weizenpflanze mit eben so viel Nährstoffe abgebender Erde und diese mit derselben Nahrung aufnehmenden Wurzeloberflächen in Berührung gekommen, als die Wurzeln der Roggenpflanze. Enthält die

Weizenernte mehr Phosphorsäure, Kali und Kieselsäure oder weniger als die Roggenernte, so wird dies auf eine größere oder kleinere Wurzelverzweigung schließen lassen. Versuche dieser Art mit Roggen, Weizen, Gerste und Hafer verdienen gemacht zu werden, obwohl sie für den Landwirth kein praktisches Interesse, sondern nur eine physiologische Bedeutung haben und zuletzt nur Schlüsse zulassen, deren Richtigkeit in ziemlich weiten Grenzen liegt. Das Aufnahmsvermögen der Pflanze und die Zeit der Aufnahme machen einen Unterschied, der aber jedenfalls dadurch zur Wahrnehmung kommt.

Von zwei Pflanzen, welche gleiche Erträge liefern, von denen die eine früher blüht und reift wie die andere, muß die mit der kürzeren Vegetationszeit und gleicher Wurzeloberfläche an allen den Orten, die ihr Nahrung abgeben, um etwas mehr vorfinden, um eben so viel zu empfangen als die andere, welche länger Zeit zur Aufnahme hat.

Die einzigen hypothetischen Annahmen in der Festsetzung der obigen Zahlen sind demnach, daß die Nahrung aufsaugenden Wurzeloberflächen der Roggen- und Weizenpflanzen gleich seien, ferner, daß der Roggenboden gerade 1 Procent und nicht mehr oder weniger von seinem Gehalt an Nährstoffen abgiebt. Ein solcher Boden existirt sicherlich in der Wirklichkeit nicht; aber angenommen, wir hätten einen solchen Boden vor uns und stellten die Frage, wie viel wir demselben an Nährstoffen zusetzen müßten, um denselben in einen Weizenboden von dauernder Ertragsfähigkeit zu verwandeln, so ist die Antwort nicht hypothetisch, sondern vollkommen zuverlässig und richtig. Wenn:

	Phosphorsäure	Kali	Kieselsäure
der Weizenboden enthält .	2560 Kilogr.	5200 Kilogr.	15,300 Kilogr.
der Roggenboden	1700 „	3900 „	10,200 „
so ist der Weizenboden reicher um	860 Kilogr.	1300 Kilogr.	5,100 Kilogr.

Wir müßten demnach dem Roggenboden von einer gegebenen Beschaffenheit und Ertragsvermögen in irgend einer Form die Hälfte Phosphorsäure und Kieselsäure und $^1/_3$ mehr Kali, als er schon enthält, zuführen, um denselben fähig zu machen, mittlere Ernten Weizenkorn und Stroh hervorzubringen.

Und um einem Weizenboden dauernd einen Ertrag abzugewinnen, der den mittleren Ertrag um die Hälfte übersteigt, müßten wir demselben die Hälfte mehr an Pflanzennährstoffen zuführen, als er schon enthält.

	Phosphorsäure	Kali	Kieselsäure
Eine Hectare Weizenboden enthält . .	2560 Kilogr.	5200 Kilogr.	10,200 Kilogr.
Die Hälfte mehr . .	1280 „	2600 „	5,100 „
	3840 Kilogr.	7800 Kilogr.	15,300 Kilogr.

Diese Betrachtungen haben keinen andern Zweck, als zu zeigen, daß ein kleiner Unterschied in der absoluten Menge eines Nährstoffes, den eine Pflanzenart mehr bedarf als eine andere, einen großen Mehrgehalt an eben diesem Bestandtheil in dem Boden voraussetzt. Die Weizenernte nimmt vom Boden pro Hectare nur 8,6 Kilogramm mehr Phosphorsäure als die Roggenernte; damit aber die Weizenwurzeln diese 8,6 Kilogramm Phosphorsäure sich aneignen können, muß der Boden hundertmal soviel (860 Kilogramm) und vielleicht noch mehr Phosphorsäure als der Roggenboden enthalten.

Obwohl sich diese Zahlen auf einen ideellen Boden von

einer ganz bestimmten Zusammensetzung beziehen, so ist der Schluß, den wir daran knüpfen, dennoch für alle Bodenclassen wahr.

Es ist unzweifelhaft wahr, daß der Boden immer und unter allen Umständen viel mehr Nährstoffe als die Ernte enthalten muß; setzt man den Fall, daß der Boden, anstatt die hundertfache, nur die siebenzig- oder fünfzigfache Menge der Nährstoffe der Ernte enthält, so setzt das Gesetz von der Unbeweglichkeit derselben stets voraus, daß man, um die Ernte zu verdoppeln, die siebenzig- oder fünfzigfache Menge der Mineralbestandtheile der Ernte dem Felde zuführen muß. In der Praxis stellt sich die Sache anders, denn es giebt kein wirkliches Feld, welches, wie das angenommene, Phosphorsäure, Kali und Kieselerde gerade in dem relativen Verhältnisse, wie die Asche der Roggen- oder Weizenpflanze enthält. Die große Mehrzahl der Felder, welche fruchtbar für Halmgewächse sind, sind es auch für Kartoffeln, Klee oder Rüben, Pflanzen, welche viel mehr Kali als das Halmgewächs dem Boden entziehen.

Einem Roggenboden, welcher mehr wie 3900 Kilogramm Kali in der Hectare enthält, würde man demnach nicht 1300 Kilogramm Kali zusetzen müssen, um ihn in einen Weizenboden zu verwandeln, sondern im Verhältniß weniger.

Alle diese Beziehungen der Zusammensetzung des Bodens zu dessen Fruchtbarkeit sollen später ausführlicher betrachtet werden. Der Hauptschluß, den die obigen Zahlen ins Licht setzen sollen, ist die praktische Unausführbarkeit, durch Zufuhr der fehlenden Aschenbestandtheile einen Roggenboden in einen Weizenboden überzuführen, oder zu bewirken, daß ein Weizenfeld einen die Hälfte des Mittelertrages übersteigenden Mehrertrag liefert; wenn dies auch für ein kleines Versuchsfeld leicht ausführbar ist, so setzt der Preis der Phosphorsäure, des

Kalis oder auch der löslichen Kieselsäure und die Unmöglichkeit ihrer Beschaffung für eine erhebliche Anzahl von Feldern, auch wenn nur einer dieser Stoffe in einem gegebenen Felde in dem bezeichneten Verhältnisse vermehrt werden müßte, einer solchen Umwandlung oder Verbesserung eines Feldes ganz unüberwindliche Hindernisse entgegen.

Das Gesetz der Unbeweglichkeit der Nährstoffe im Boden erklärt die tausendjährigen Erfahrungen des Feldbaues, daß im großen Ganzen bei gleichen klimatischen Verhältnissen für jedes Feld sich nur gewisse Pflanzen eignen, und daß auf einem Boden eine Pflanze mit Vortheil nicht gebaut werden kann, wenn dessen Gehalt nicht im Verhältniß steht zu ihrem Bedarf an Nährstoffen.

Es ist in der Praxis völlig unausführbar, die Felder eines ganzen Landes durch Vermehrung der mineralischen Nahrungsmittel in der Art verbessern zu wollen, daß sie merklich höhere Erträge liefern, als ihrem natürlichen Gehalt an Nährstoffen entspricht.

Für ein jedes Feld besteht, entsprechend seinem Gehalt an Nährstoffen, ein reeller und ein ideeller Maximalertrag; unter den günstigsten cosmischen Bedingungen entspricht der reelle Maximalertrag dem Theil der ganzen Summe der Nährstoffe, der sich im wirkungsfähigen, d. h. im Zustande der physikalischen Bindung im Boden befindet, der ideelle ist der Maximalertrag, welcher möglicherweise erzielbar wäre, wenn der andere Theil der Summe der Nährstoffe, der sich in chemischer Bindung befindet, verbreitbar gemacht und in die wirkungsfähige Form übergeführt worden wäre.

Die Kunst des Landwirths besteht hiernach im Wesentlichen darin, daß er diejenigen Pflanzen auszuwählen weiß und in einer gewissen Ordnung einander folgen läßt, die sein

Feld ernähren kann, und daß er alle ihm zu Gebote stehenden Mittel auf seinem Felde in Anwendung bringt, wodurch die chemisch gebundenen Nährstoffe wirksam werden.

Die Leistungen der landwirthschaftlichen Praxis sind in diesen beiden Beziehungen bewundernswürdig, und sie bethätigen, daß die Erfolge, welche die Kunst erzielt hat, die der Wissenschaft bei weitem überragen müssen, und daß der Landwirth, indem er die Ursachen wirken läßt, welche die chemische und physikalische Beschaffenheit seines Bodens verbessern, mehr und günstigeren Einfluß auf die Erhöhung seiner Erträge ausüben kann, als durch Zufuhr an Nahrungsstoffen, denn was er in der Form von Düngmitteln zuführen kann, ohne seine Rente zu gefährden, ist gegen die Menge gehalten, die er in seinem fruchtbaren Boden besitzt, so klein, daß er gar nicht hoffen kann, den Ertrag seines Feldes damit zu steigern.

Was er durch Zufuhr an Dünger erzielt, ist im besten Falle der sehr wichtige Erfolg, daß seine Erträge dauernd bleiben, und wenn sie thatsächlich steigen, so beruht der Grund der Steigerung weniger in der Vermehrung der Menge der vorhandenen Nährstoffe, als in ihrer Verbreitung und darin, daß gewisse Mengen wirkungsloser Nährstoffe wirkungsfähig werden.

Um ein Weizenfeld, welches einen Mittelertrag von sechs Körnern liefert, durch Vermehrung der zur Samenbildung nöthigen Phosphorsäure zu befähigen, zwei Körner mehr zu erzeugen, müßte man in dem Felde die ganze Summe der vorhandenen zur Samenbildung dienenden Phosphorsäure um $^1/_3$ vermehren, denn von der ganzen Menge, die man giebt, kommt immer nur ein kleiner Bruchtheil mit den Pflanzenwurzeln in Berührung, und damit diese $^1/_3$ mehr aufnehmen können, ist es unerläßlich nöthig, allerorts im Boden die

Phosphorsäure um $^1/_3$ zu vermehren. Diese Betrachtung erklärt die Erfahrung in der Praxis, daß man, um eine bemerkliche Wirkung auf die Erträge durch einen Düngstoff hervorzubringen, eine scheinbar so ganz außer allem Verhältniß zu der Zunahme stehenden Menge desselben zugeführt werden muß.

Vor Allem günstig wirkt die Zufuhr eines Düngmittels auf ein Feld ein, wenn durch dieselbe ein richtigeres Verhältniß in der Bodennahrung hergestellt wird, weil von diesem Verhältnisse die Erträge abhängig sind. Es bedarf keiner besonderen Auseinandersetzung, um einzusehen, daß, wenn ein Weizenboden genau soviel Phosphorsäure und Kali enthält, um einer vollen Weizenernte den ihr zukommenden Bedarf an beiden Stoffen abgeben zu können, aber nicht mehr, für jeden Gewichtstheil Phosphorsäure mithin zwei Gewichtstheile Kali, daß die Vermehrung des Kaligehaltes um die Hälfte oder um das Doppelte nicht den allergeringsten Einfluß auf den Kornertrag ausüben kann. Die Weizenpflanze bedarf zu ihrer vollen Entwickelung eines gewissen Verhältnisses von beiden Nahrungsstoffen, und jede Vermehrung eines einzelnen über dieses Verhältniß hinaus macht die anderen nicht wirksamer, weil der zugeführte für sich keine Wirkung ausübt.

Die Vermehrung der Phosphorsäure allein hat eben so wenig Einfluß auf die Steigerung des Ertrages, als die des Kalis allein; dieses Gesetz hat für jeden Nährstoff, das Kali, die Bittererde oder Kieselsäure gleiche Gültigkeit; ihre Zufuhr über das Aufnahmsvermögen oder das Bedürfniß der Weizenpflanze hinaus übt auf deren Wachsthum keine Wirkung aus. Die relativen Verhältnisse der Mineralsubstanzen, welche die Pflanzen dem Boden entnehmen, sind leicht durch die Analysen der Aschen der geernteten Früchte bestimmbar; nach diesen em-

pfangen Weizen, Kartoffeln, Hafer, Klee folgende Verhältnisse an Phosphorsäure, Kali, Kalk und Bittererde und Kieselsäure:

	Phosphorsäure		Kali		Kalk und Bittererde		Kieselsäure
Weizen . { Korn / Stroh }	1	:	2	:	0,7	:	5,7
Kartoffeln (Knollen)	1	:	3,2	:	0,48	:	0,4
Hafer . . { Korn / Stroh }	1	:	2,1	:	1,03	:	5,0
Klee	1	:	2,6	:	4,0	:	1
Mittel	1	:	2,5	:	1,5	:	3

Wenn man sich ein Feld denkt, auf welchem man in vier Jahren nach einander Weizen, Kartoffeln, Hafer und Klee gebaut hat, so nimmt eine jede Pflanze das ihr entsprechende Verhältniß von diesen Nährstoffen auf und man erhält in der Summe, dividirt durch die vier Jahre, das mittlere relative Verhältniß aller Nährstoffe, welche der Boden verloren hat. Wenn man in der Formel:

Phosphors.		Kali		Kalk u. Bittererde		Kieselsäure
n (1,0	:	2,5	:	1,5	:	3,0)

den Werth von n bestimmt, mit welchem hier die Anzahl der Kilogramm Phosphorsäure bezeichnet werden soll, welche die vier Ernten vom Boden empfangen haben, so ergiebt die Weizenernte 26 Kilogramm Phosphorsäure, die Kartoffelnernte 25 Kilogramm, die Hafererute 27 Kilogramm und die Kleeernte 36 Kilogramm, zusammen 114 Kilogramm. Multiplicirt man mit dieser Zahl die obigen Verhältnißzahlen, so erhält man die ganze dem Boden in den vier Ernten entzogene Quantität aller Nährstoffe.

An diese Verhältnißzahlen lassen sich jetzt leichter wie zuvor einige nähere Erläuterungen knüpfen.

Nehmen wir einen Boden an, in welchem die für die

vier bezeichneten Ernten nöthige Phosphorsäure sowie Kali, Kalk und Bittererde in aufnehmbarem Zustande zugegen seien, während es an der richtigen Menge Kieselsäure mangele; auf 1 Gewichtstheil Phosphorsäure seien nur $2^1/_2$ Gewichtstheile Kieselsäure assimilirbar vorhanden, so muß sich dieser Mangel zunächst in der Ernte der Halmfrüchte bemerklich machen, die Kartoffel- und Kleeernte werden hingegen nicht im mindesten beeinträchtigt werden; von der Witterung wird es abhängig sein, ob der Ausfall der Halmfrucht sich auf Korn und Stroh zugleich, oder nur auf den Strohertrag erstreckt. Ein Mangel an Kali im Verhältniß zu allen anderen wird kaum einen Einfluß auf den Weizen und Hafer haben, aber die Kartoffelernte wird kleiner ausfallen; in gleicher Weise wird ein Mangel an Kalk und Bittererde eine geringere Kleeernte nach sich ziehen.

Wenn der Boden $^1/_{10}$ mehr Kali, Kalk, Bittererde und Kieselsäure abgeben konnte, als dem gegebenen Verhältniß der Phosphorsäure entspricht:

	Phosphorf.		Kali		Kalk u. Bittererde		Kieselsäure
anstatt also	1	:	2,5	:	1,5	:	3
soll der Boden abgeben können	1	:	2,75	:	1,65	:	3,3

so werden die Ernten nicht höher ausfallen wie vorher; wenn aber in einem solchen Felde die Phosphorsäure vermehrt wird, so werden die Erträge steigen, bis zwischen den anderen Nahrungsstoffen und der Phosphorsäure das richtige Verhältniß hergestellt ist; die Zufuhr von Phosphorsäure bewirkt in diesem Falle, daß man mehr Kali, Kalk und Kieselsäure erntet; führt man mehr als ein Zehntel der vorhandenen Menge Phosphorsäure zu, so ist der Ueberschuß wirkungslos. Ein jedes Pfund, ja ein jedes zugeführte Loth Phosphorsäure empfängt in diesem Fall bis zur bezeichneten Grenze eine ganz bestimmte Wirkung.

Fehlt es zur Herstellung des richtigen Verhältnisses der

Bodennahrungsstoffe nur an Kali oder Kalk, so wird die Zufuhr von Asche oder Kalk die Erträge aller Früchte steigen machen, und tritt dann der Fall ein, wo man durch Zufuhr von Kalk mehr Phosphorsäure und Kali in den mehrerzielten Früchten erntet.

Die Erscheinung, daß ein Boden keine lohnende Ernte von einer Halmfrucht liefert, während er fruchtbar bleibt für andere Gewächse, welche wie Kartoffeln, Klee oder Rüben eben so viel Phosphorsäure, Kali, Kalk als die Halmfrucht bedürfen, setzt voraus, daß in demselben an diesen Nährstoffen ein gewisser Ueberschuß vorhanden und an Kieselsäure Mangel war, und wenn er nach zwei oder drei Jahren, während welcher Zeit andere Früchte auf demselben Boden gebaut worden sind, wieder fruchtbar wird für die Kornpflanze, so kann dies nur geschehen sein, weil in demselben sich gleichfalls ein Ueberschuß von Kieselsäure befand, aber ungleich vertheilt und verbreitet, der sich während der Brachzeit von den Orten aus, wo sich dieser Ueberschuß befand, nach den Stellen hin, wo ein Mangel eingetreten war, verbreitete, so daß sich beim Beginn der darauf folgenden Culturzeit an allen diesen Orten das richtige Verhältniß aller dem Halmgewächs nöthigen Nährstoffe wieder vorfand.

Auf einem ähnlichen Grunde beruht es, wenn Erbsen oder Klee nur in gewissen Zwischenräumen auf einem gegebenen Felde auf einander folgen können, und es zeigt die Erfahrung, daß eine geschickte und fleißige mechanische Bearbeitung des Feldes für die Verkürzung dieser Zwischenräume in der Regel wirksamer ist, als die Düngung; ein Beweis, daß es in solchen Fällen nicht an der Quantität im ganzen Felde, sondern an der richtigen Menge der Nährstoffe in allen Theilen des Feldes gefehlt hat.

Verhalten des Bodens zu den Nährstoffen der Pflanzen in der Düngung.

Mit Dünger oder Düngstoffen bezeichnet man gewöhnlich alle Materien, welche, auf die Felder gebracht, die Erträge an Pflanzenmasse in einer nachfolgenden Cultur erhöhen, oder welche ein durch Cultur erschöpftes Feld wieder in den Stand setzen, lohnende Ernten zu liefern.

Die Düngmittel wirken theils direct als Nährstoffe, theils dadurch, daß sie, wie Kochsalz, Chilisalpeter, Ammoniaksalze, die Wirkung der mechanischen Bearbeitung verstärken und häufig einen eben so günstigen Einfluß als die Vermehrung der Nährstoffe im Boden ausüben können.

Bei den beiden letztgenannten Stoffen, von denen der Chilisalpeter in der Salpetersäure und die Ammoniaksalze in dem Ammoniak einen Nährstoff enthalten, ist es mit besonderen Schwierigkeiten verbunden, in den einzelnen Fällen zu unterscheiden, ob sie durch den nahrungsfähigen Bestandtheil oder dadurch gewirkt haben, daß sie die Aufnahme anderer Nährstoffe vermittelten.

In einem fruchtbaren Boden steht die mechanische Bearbeitung und Düngung in einer bestimmten Beziehung zu einander. Wenn nach einer reichen Ernte das Feld durch die

mechanische Bearbeitung allein, geschickt gemacht wird, eine gleich reiche Ernte im darauf folgenden Jahre zu liefern, wenn also die mechanischen Mittel ausreichen, um den Vorrath an Nährstoffen so gleichmäßig zu verbreiten, daß die Pflanzen der darauf folgenden Cultur eben so viel allerorts im Boden vorfinden, wie in der vorangegangenen, so würde die weitere Zufuhr von Nährstoffen durch Düngung eine Verschwendung sein. Wenn aber das Feld eine solche Beschaffenheit nicht besitzt, so muß, um seine ursprüngliche Ertragsfähigkeit wieder herzustellen, durch den Dünger ersetzt werden, was ihm fehlt. Die mechanische Bearbeitung und der Dünger ergänzen sich also in gewissem Sinne gegenseitig.

Wenn von zwei gleichen Feldern das eine gut, das andere schlecht bearbeitet worden ist und beide auf ganz gleiche Weise gedüngt worden sind, so liefert das gut bearbeitete einen höhern Ertrag, d. h. der zugeführte Dünger wirkt scheinbar besser als auf dem schlecht bearbeiteten.

Von zwei Landwirthen, von denen der eine sein Feld besser kennt und zweckmäßiger baut, als der andere, wird der erstere mit weniger Dünger in einer gegebenen Zeit eben so hohe Ernten oder mit derselben Menge Dünger höhere Ernten erzielen, als der andere.

Alle diese Dinge sollten bei der Beurtheilung des Werthes der Düngmittel in Betracht gezogen werden, da aber die Wissenschaft kein Maß besitzt, um den Einfluß der mechanischen Bearbeitung zu schätzen, so kann derselbe hier nicht berücksichtigt werden, sondern wir müssen uns an das halten, was wissenschaftlich meßbar und vergleichbar ist.

Von zwei Feldern, welche gleich reich an Nährstoffen sind, wird das eine durch die mechanische Bearbeitung allein oder durch diese unterstützt durch Düngung häufig weit früher in

den Stand gesetzt, eine Aufeinanderfolge von lohnenden Ernten von Halm- oder anderen Gewächsen zu liefern, als das andere.

Auf leichtem Sandboden wirken alle Arten von Dünger rascher und bemerklicher, als auf Thonboden; der Sandboden ist dankbarer, wie man sagt, gegen die Düngung, er giebt in höherem Maße in den Früchten wieder von dem was er empfangen hat, als andere Bodensorten. Die stickstoffhaltigen Düngmittel, wie Wolle, Hornspäne, Borsten und Blut, von denen wir mit Bestimmtheit wissen, daß sie durch Ammoniakbildung wirken, üben in einer großen Anzahl von Fällen einen weit günstigeren Einfluß auf viele Früchte aus, als das Ammoniak selbst; in anderen Fällen wirkt Knochenmehl besser auf die nachfolgenden Früchte, als das Kalksuperphosphat, und Asche besser, als wenn man dem Felde die in der Asche enthaltene gleiche Menge Kali giebt.

Alle diese Erscheinungen stehen in engster Verbindung mit dem Vermögen der Ackererde, Phosphorsäure, Ammoniak, Kali und Kieselsäure aus ihren Auflösungen an sich zu ziehen oder zu absorbiren. Die Wiederherstellung der Ertragsfähigkeit eines erschöpften Feldes durch die mechanische Bearbeitung und Brache allein, ohne Düngung, setzt nothwendig voraus, daß sich an gewissen Orten des Feldes ein Ueberschuß von Nährstoffen befand, der ringsum in der Erde nach anderen Stellen hin sich verbreitete, in welchen ein Mangel eingetreten war.

Zu dieser Verbreitung gehört eine gewisse Zeit. Der Ueberschuß von Nährstoffen muß zunächst gelöst werden, um sich nach den Orten hinbewegen zu können, die durch eine vorangegangene Ernte an Nährstoffen verloren haben. Je näher die Orte des Ueberschusses an einander liegen, je kürzer der Weg ist, den die Nährstoffe zurückzulegen haben, und je geringer das Absorptionsvermögen der dazwischen liegenden Erd-

theilchen für diese Nährstoffe ist, desto rascher wird das Ertragsvermögen des Bodens wieder hergestellt werden.

Jede Ackererde besitzt für Kali und die genannten Stoffe ein bestimmtes Absorptionsvermögen, welches sich durch die Anzahl von Milligrammen, welche 1 Kubikdecimeter = 1000 Kubikcentimeter Erde absorbirt, ausdrücken läßt.

So absorbirte z. B.:

1	Kubikdecimeter	eines Kalkbodens aus Cuba .	1360	Milligramme Kali
1	„	Bogenhauser Lehmerde . . .	2260	„ „
1	„	Erde aus Weihenstephan . .	2601	„ „
1	„	Erde aus Ungarn	3377	„ „
1	„	Münchener Gartenerde . . .	2344	„ „

Diese Unterschiede im Absorptionsvermögen sind, wie man leicht bemerkt, sehr beträchtlich; ein Volum Erde aus Weihenstephan absorbirt beinahe doppelt so viel Kali, als ein gleiches Volum Havannaherde; die untersuchte ungarische Erde nahe $2^1/_2$ mal so viel.

Diese Zahlen geben zu erkennen, daß eine gewisse Menge Kali, sagen wir 2600 Milligramme, dem Weihenstephaner Boden zugeführt, sich in dem Raum von 1 Kubikdecimeter Erde verbreiten wird; hätten wir das Kali in einer Lösung auf ein Stückchen Feld von 1 Quadratdecimeter aufgegossen, so wird das Kali 1 Decimeter tief, aber nicht tiefer dringen, jeder Kubikcentimeter würde 2,6 Milligramme, aber die Schichten unterhalb würden kein Kali oder keine bemerkliche Menge empfangen.

Wenn wir dieselbe Lösung auf eine gleiche Fläche ungarischer Erde oder Havannahboden aufgegossen hätten, so würde das durchfiltrirende Kali bei der ungarischen Erde nur bis zu einer Tiefe von etwas über 7 Centimeter und bei der andern auf 19 Centimeter Tiefe dringen.

Die Verbreitbarkeit des Kalis in einem Boden verhält sich umgekehrt wie sein Absorptionsvermögen, das halbe Absorptionsvermögen entspricht der doppelten Verbreitbarkeit. In ähnlicher Weise wird sich das Kali, während der Brachzeit, in einem Felde verbreiten. Von der Stelle aus, wo es aus einem Silicate durch Verwitterung frei wird, wird es ringsum ein um so größeres Volum Erde mit Kali versehen, je geringer das Absorptionsvermögen derselben für das Kali ist.

Das Absorptionsvermögen der Ackererde für Kieselsäure ist ebenso ungleich, wie für das Kali.

Aus einer Lösung von kieselsaurem Kali absorbirte 1 Kubikdecimeter der folgenden Erden Kieselsäure:

Walderde	Ungarische Erde	Gartenerde I.	Bogenhauser Erde	Gartenerde II.
15	2644	2425	2007	1085 Milligr.

Es ergiebt sich hieraus für die relative Verbreitbarkeit der Kieselsäure in diesen Bodensorten folgendes Verhältniß:

Ungarische Erde	Gartenerde I.	Bogenhauser Erde	Gartenerde II.	Walderde
1,0	1,09	1,31	2,43	176

Die nämliche Menge Kieselsäure, die sich in 1000 Kubikcentimeter ungarischer Erde verbreiten und diese sättigen würde, würde 1311 Kubikcentimeter Bogenhauser Lehmerde, 2430 Kubikcentimeter Gartenerde II. und 17600 Kubikcentimeter Walderde mit einem Maximum von Kieselsäure versehen.

Das reine Ammoniak sowohl wie das Ammoniak in Ammoniaksalzen wird von der Ackererde in ganz ähnlicher Weise wie das Kali absorbirt, und zwar nimmt 1 Kilogramm der folgenden Erden an Ammoniak auf:

Havannah-Erde	Schleißheimer Erde	Gartenerde	Bogenhauser Erde
5520	3900	3240	2600 Milligramme,

woraus sich für die Verbreitbarkeit des Ammoniaks ergiebt:

Havannah-Erde	Schleißheimer Erde	Gartenerde	Bogenhauser Erde
1,0	1,24	1,50	2,12

Ganz auf dieselbe Weise läßt sich das Absorptionsvermögen der Ackererden für phosphorsauren Kalk, phosphorsaure Bittererde und phosphorsaures Bittererde-Ammoniak bestimmen und die relative Verbreitbarkeit derselben in verschiedene Bodensorten durch eine Zahl ausdrücken.

Unter Absorptionszahl wird in dem Folgenden die Menge der verschiedenen Nährstoffe in Milligrammen bezeichnet, welche ein Kubikdecimeter Erde ihren Lösungen entzieht.

Es ist für die Beurtheilung der Beschaffenheit des Feldes, für die Wirkung der Düngmittel, welche man demselben zuführt, und die Tiefe, bis zu welcher die verschiedenen Nährstoffe in den Boden dringen, von Werth, das Absorptionsverhältniß des Bodens für jeden derselben festzustellen, so z. B. absorbirt 1 Kubikdecimeter Bogenhauser Lehmboden:

	Ammoniak	Phosphorsaures Bittererde-Ammoniak	Kali	Phosphors. Kalk
Milligramme	2600	2565	2366	1098
Die Verbreitbarkeit ist	1,0	1,01	1,10	2,36

Die zweite Reihe dieser Zahlen drückt also aus, daß, wenn ein Gewicht Ammoniak auf seinem Wege durch die Erde eine Tiefe von 10 Centimeter erreicht, so dringt die gleiche Menge Kali 11 Centimeter, eine gleiche Menge phosphorsaurer Kalk 23,6 Centimeter tief ein.

Wenn wir uns in einer Erde, welche, wie die Bogenhauser, pro Kubikcentimeter 1,098 Milligramme gelösten phosphorsauren Kalk absorbirt, Körnchen von phosphorsaurem Kalk zerstreut denken und uns vorstellen, daß an einem Orte im Boden eins von diesen Körnchen im Gewicht von 22 Milligramme (1/3 Gran) während dem Verlauf einer gewissen Zeit in kohlensaurem Wasser löslich werde und sich in der umgebenden Erde verbreite, so wird sich die Erde rings um das Körnchen

zuerst mit phosphorsaurem Kalk sättigen, und da die Kohlensäure im Wasser bleibt und ihr Lösungsvermögen fortdauert, so wird sich eine neue Lösung bilden, welche einem weiteren Umkreise von Erde phosphorsauren Kalk zur Absorption darbietet, und es werden zuletzt die 22 Milligramme phosphorsaurer Kalk, wenn sie gänzlich in der umgebenden Erde sich verbreitet haben, 20 Kubikcentimeter Erde mit dem Maximum von diesem Nahrungsstoffe in der zur Aufnahme günstigsten Form versehen. Die Raschheit der Auflösung und Verbreitung des phosphorsauren Kalks ist abhängig von dessen Oberfläche und es muß, wenn wir uns das Körnchen in ein feines Pulver verwandelt denken, in eben dem Verhältniß, als sich der auflösenden Kohlensäure in derselben Zeit mehr auflösbare Theilchen darbieten, eine an phosphorsaurem Kalk reichere Lösung bilden. Denken wir uns, daß in einem gewissen Zustande von größerer Zertheilung sich in derselben Zeit doppelt oder dreimal so viel auflöst, so ist damit die Bedingung gegeben, daß die Verbreitung unter günstigen Verhältnissen in dem halben oder dritten Theile der Zeit erfolgt, als ohne die Zertheilung.

Man versteht hiernach, wenn die Wiederherstellung der Ertragsfähigkeit eines Bodens in der Brache oder durch Düngung in einem gegebenen Falle darauf beruht, daß die durch die Wurzeln an Phosphorsäure erschöpfte Erde von den umgebenden Erdtheilchen die mangelnde Phosphorsäure wieder empfangen müsse, daß die hierzu nöthige Zeit bei gleichem Gehalte an phosphorsaurer Erde im Verhältniß zu der Zertheilung verkürzt wird.

Es ist ferner ersichtlich, daß durch die Düngung mit Strohmist, welcher kieselsaures Kali nach seiner Verwesung hinterläßt und während seiner Verwesung Kohlensäure entwickelt,

welche durch ihre Einwirkung auf die Silicate Kieselsäure frei macht, die Verbreitung der Kieselsäure erhöht werden muß, weil die organischen Materien keine Kieselsäure absorbiren und der Erde beigemischt das Absorptionsvermögen derselben verringern müssen. Die obenangeführte Walderde absorbirt nur äußerst kleine Mengen Kieselsäure aus ihren alkalischen Lösungen und man versteht, daß ihre Beimischung zur ungarischen Ackererde bewirken würde, daß die in Folge der Verwitterung frei gewordene Kieselsäure sich in einem größeren Volum Erde verbreitet.

Mit der Menge der verbrennlichen Substanzen im Boden nimmt übrigens nicht in gleichem Verhältnisse das Absorptionsvermögen derselben für Kieselsäure bei allen Erden ab. So enthält die obenerwähnte ungarische Erde mehr (9,8 Procent) verbrennliche Substanz als die Bogenhauser Lehmerde (8,7 Proc.), und ihr Absorptionsvermögen für Kieselsäure ist darum nicht kleiner, sondern vielmehr größer als das der Bogenhauser Erde. Es geht hieraus hervor, daß auf das Absorptionsvermögen des Bodens und damit auf die Verbreitbarkeit der Kieselsäure noch andere Umstände Einfluß ausüben. Wenn ein Boden an sich reich an Kieselsäurehydrat ist, so wird er in allen Fällen weniger Kieselsäure absorbiren, als ein anderer an Kieselsäure armer, auch wenn dieser letztere viel mehr organische Substanzen enthält.

Die Absorptionszahlen zweier Ackererden geben keinen Anhaltspunkt ab für die Beurtheilung der Güte des Bodens oder seines Gehaltes an Nährstoffen, sondern sie sagen uns nur, daß die Nährstoffe der Pflanzen in der einen Erde sich über gewisse Orte weiter hinaus, als in der anderen bewegen, daß der eine Boden ihrer Weiterbewegung ein größeres Hinderniß als der andere entgegensetzt. Der Landwirth erfährt,

indem er die Stärke dieses Hindernisses kennen lernt, ob es einen schädlichen oder nützlichen Einfluß auf die Bebauung seiner Felder ausübt, und führt ihn zum Verständniß der Mittel, um den schädlichen zu beseitigen und den nützlichen zu verstärken.

Wenn man einen fruchtbaren Sandboden mit einem gleich fruchtbaren Lehm- oder Mergelboden in Beziehung auf ihren Gehalt an Nährstoffen vergleicht, so wird man mit Erstaunen gewahr, daß der erstere mit dem halben, vielleicht dem vierten Theil der Summe von Nährstoffen, welche der Lehmboden enthält, ebenso reiche Ernten wie dieser liefert. Um dieses Verhältniß richtig zu verstehen, muß man sich erinnern, daß es für die Ernährung eines Gewächses weniger auf die Masse als auf die Form der Nahrung in dem Boden ankommt, so wie z. B. 1 Loth Kohle in der Knochenkohle eine ebenso große wirkungsfähige Oberfläche darbietet, als 1 Pfund Kohle in der Holzkohle. Wenn die kleinere Menge Nährstoffe in dem Sandboden eine ebenso große aufnahmsfähige Oberfläche darbietet als die größere Masse derselben im Lehmboden, so müssen die Pflanzen in dem ersteren ebenso gut gedeihen als auf dem anderen.

Wenn ein Kubikdecimeter einer fruchtbaren Lehmerde mit 9 Kubikdecimeter Kieselsand gemischt wird, so daß ein jedes Sandtheilchen umgeben ist mit Lehmtheilchen, so werden in dem gemischten Boden ebenso viel Wurzelfasern und Lehmtheile in Berührung kommen können als in dem gleichen Volum des ungemischten, und wenn alle Lehmtheilchen gleichviel Nahrung abzugeben vermögen, so wird eine Pflanze aus dem gemischten Boden ebenso viel empfangen, als von dem ungemischten, obwohl dieser im Ganzen zehnmal reicher ist. (Siehe S. 382.)

Aller fruchtbare Sandboden besteht aus Mischungen von

Sand mit mehr oder weniger Thon oder Lehm, und da der Kieselsand ein sehr geringes Absorptionsvermögen für Kali und die anderen Pflanzennahrungsstoffe besitzt, so verbreiten sich die zugeführten, löslich gewordenen Düngerbestandtheile rascher und dringen tiefer in den Sandboden ein; er giebt auch verhältnißmäßig mehr davon zurück als jeder andere Boden. In vielen Fällen kann darum der steife Lehmboden durch Sand verbessert werden, so wie die Beimischung des Lehms zum Sandboden bewirkt, daß die im Dünger zugeführten Nährstoffe der Oberfläche näher bleiben oder in der Ackerkrume fester gehalten werden.

Wenn der Sandboden in den Ernten im Verhältniß zu dem, was er enthält, mehr Nahrungsstoffe abgiebt als ein fruchtbarer Lehmboden, so ist die Folge eine raschere Erschöpfung; seine Ertragsfähigkeit hält nicht lange an und kann nur durch häufige Zufuhr der entzogenen Bestandtheile durch Düngung erhalten werden; in eben dem Grade, als der Dünger darauf günstiger wirkt, nimmt die Wirkung der mechanischen Bearbeitung auf die Wiederherstellung des Ertragsvermögens ab.

Die nämlichen Ursachen, welche dem erschöpften Lehmboden einen großen Theil seines verlorenen Ertragsvermögens wiedergeben, wenn er einfach mit dem Pfluge gehörig bearbeitet wird, sind auch im Sandboden thätig, allein sie bringen keine oder nur eine geringe Wirkung hervor, weil es im Sandboden an den Stoffen fehlt, welche dadurch wirkungsfähig gemacht werden.

Da die Oberfläche einer Hectare gleich einer Million Quadratdecimeter ist, so drücken die Absorptionszahlen die Anzahl der Kilogramme Kali, Phosphorsäure und Kieselerde aus, welche auf das Feld gebracht, von der Oberfläche abwärts, sich auf eine Tiefe von 10 Centimeter (etwa 4 Zoll) verbreiten

würden. Völker, Henneberg und Stohmann haben die Beobachtung gemacht, daß von den Erden, deren Absorptionszahl für Ammoniak sie bestimmten, aus einer concentrirteren Lösung von Ammoniak oder Ammoniaksalzen eine größere Quantität von der Erde zurückgehalten wurde als von einer verdünnten, woraus sich von selbst ergiebt, daß sich Wasser und Erde in das Ammoniak theilen, und daß aus einer mit Ammoniak vollkommen gesättigten Erde reines Wasser eine gewisse Menge Ammoniak entziehen muß, ähnlich wie die Kohle den Farbstoff einer schwach gefärbten Flüssigkeit ganz vollständig, einer stärker gefärbten hingegen weit mehr entzieht, wovon aber ein Theil schwächer gebunden ist und durch Wasser entzogen werden kann.

In den Versuchen von Völker ließ sich einer mit Ammoniak gesättigten Erde die Hälfte desselben durch Behandlung mit sehr viel Wasser entziehen; die andere hielt die Erde zurück.

Erden, welche viel verwesende vegetabilische Stoffe enthalten, absorbiren mehr Ammoniak als daran arme und halten es stärker zurück. Auch wenn man annimmt, daß zur vollständigen Zurückhaltung des durch die Absorptionszahl bezeichneten Ammoniaks anstatt eines, zwei Kubikdecimeter Erde erforderlich sind, so sieht man ein, daß die üblichen Düngungen mit einem ammoniakreichen Düngmittel, mit Guano oder mit Ammoniaksalzen die Erde nur bis zu einer sehr geringen Tiefe mit diesem Nährstoff bereichern.

Um eine Hectare Bogenhauser Lehmerde von der Oberfläche abwärts einen Decimeter tief ganz oder zwei Decimeter tief halb mit Ammoniak zu sättigen, müßte man 2600 Kilogramm oder 52 Centner reines Ammoniak oder 200 Centner schwefelsaures Ammoniak zuführen.

Durch eine Düngung von 800 Kilogramm Guano mit

10 Procent Ammoniak führt man der Hectare Bogenhäuser Feld 80 Kilogramm Ammoniak, etwas mehr als den dreißigsten Theil der Menge zu, die man zur halben Sättigung auf 20 Centimeter Tiefe bedarf; ohne den Pflug und die Egge würde die ganze im Guano gegebene Ammoniakmenge nicht tiefer im besten Falle als sieben Millimeter eindringen. Die Pflanzen bedürfen aber zu ihrem gedeihlichen Wachsthum einer mit Nährstoffen gesättigten Erde nicht, wie denn die angeführten Absorptionszahlen zeigen, wie weit entfernt die Ackererden von dem Zustande der Sättigung sind; zu ihrer vollen Ernährung ist es allein erforderlich, daß die Wurzeln der Pflanzen abwärts im Boden mit einer gewissen Menge gesättigter Erde in Berührung kommen, und es hat die mechanische Bearbeitung des Feldes den wichtigen Zweck, die mit einem Nährstoff gesättigten Erdtheile an die Orte der anderen zu bringen oder damit zu mengen, welche durch eine vorangegangene Cultur ärmer an Nährstoffen geworden sind.

Der Mittelertrag einer Hectare Weizen (2000 Kilogramm Korn und 5000 Kilogramm Stroh), enthält 52 Millionen Milligramme Kali, 26 Millionen Milligramme Phosphorsäure, ferner 54 Millionen Milligramme Stickstoff. Nimmt man an, daß der Stickstoff vom Boden geliefert wurde, so empfangen die auf einem Quadratmeter wachsenden Weizenpflanzen den zehntausendsten Theil des Kalis, der Phosphorsäure und des Stickstoffs, oder zusammen 13200 Milligramme. Nimmt man 100 Pflanzen auf den Quadratmeter an, so nimmt eine jede 132 Milligramme dieser Bestandtheile aus dem Boden auf oder 54 Milligramme Stickstoff = 65 Milligramme Ammoniak, 52 Milligramme Kali, 26 Milligramme Phosphorsäure.

Ein jeder Kubikcentimeter Bogenhauser Lehmboden absorbirt bis zur Sättigung 2,6 Milligramme Ammoniak, 2,3 Milli-

gramme Kali und 0,5 Milligramme Phosphorsäure, und wir würden demnach durch die Zufuhr von 25 Kubikcentimetern der gesättigten Erde und 25 Milligramme phosphorsauren Kalk zu jedem Quadratdecimeter Feld die genannten Nährstoffe, welche die Weizenpflanze dem Boden genommen hat, in ausreichender Menge wieder ersetzen können; auf einen Quadratdecimeter Fläche und eine Tiefe von 20 Centimetern gerechnet machen die 25 Centimeter den achtzigsten Theil der Erdmasse aus.

Die früher beschriebenen Versuche der Herren Naegeli und Zoeller geben ein gutes Beispiel für eine solche Düngung ab. Der Dünger bestand aus Torf, der mit Nährstoffen theilweise gesättigt war, und der mit 3 Vol. beinahe völlig unfruchtbaren Torf vermischt, einen Boden herstellte von derselben Fruchtbarkeit wie eine gute Gartenerde.

Eine solche Zufuhr von mit Nährstoffen gesättigter Erde findet in der Regel nicht statt, aber die Düngung selbst geht genau in der angenommenen Weise vor sich. Man überfährt das Feld mit flüssigen oder festen Düngstoffen, welche Nährstoffe enthalten, die sich sogleich, wenn sie sich in Lösung befinden, oder nach und nach, wenn sie eine gewisse Zeit zur Lösung brauchen, mit den Erdtheilen, mit denen sie in Berührung sind, sich verbinden und diese sättigen, und es ist eigentlich diese mit Düngstoffen an der äußersten Oberfläche oder an inneren Stellen gesättigte Erde, mit welcher der Landwirth düngt, d. h. mit welcher er die entzogenen Nährstoffe ersetzt.

Die Erfahrung hat den Landwirth gelehrt, an welchen Orten im Boden die Bereicherung desselben mit Nährstoffen ihm oder vielmehr seinen Pflanzen am nützlichsten ist, und es ist im höchsten Grade merkwürdig, wie er der Natur der zu erzielenden Pflanzen und des Bodens und der Entwickelungs-

periode der Pflanzen entsprechend die richtige Art der Düngung, das mehr oder weniger tiefe Unterpflügen oder bloße Aufstreuen des Düngers herausgefunden hat (Journ. of the Royal Agric. Soc. of England. T. 21, p. 330).

Die Erfolge des Landwirths würden in diesen Beziehungen noch größer sein, wenn die Nährstoffe in dem zur Hauptanwendung kommenden Düngmittel, worunter hier der Stallmist gemeint ist, gleichförmiger gemischt und verbreitet wären, weil dies eine gleichförmigere Vertheilung derselben in der Erde gestatten würde.

Der Stallmist ist eine sehr ungleichförmige Mischung von verwesendem Stroh und Pflanzenüberresten mit festen Thierexcrementen, welche letztere im Ganzen die kleinere Masse ausmachen; er ist getränkt mit Flüssigkeiten, welche Ammoniak und Kali in Lösung enthalten. Wenn man von hundert Stellen aus einem Misthaufen hundert Proben zu ebenso vielen Analysen nimmt, so liefert jede ein anderes Verhältniß von Nährstoffen, und es liegt auf der Hand, daß durch die Mistdüngung kaum eine Stelle im Boden die nämliche Menge von Nährstoffen wie eine andere empfängt.

Der Platz, auf welchem ein Misthaufen auf einem Felde im Regen lag, giebt sich während der ganzen Dauer einer Vegetationsperiode und oft noch im zweiten Jahre durch einen üppigeren Pflanzenwuchs, namentlich bei Halmpflanzen, zu erkennen, ohne daß die darauf wachsenden Pflanzen immer einen bemerklich höheren Kornertrag liefern. Wenn das Kali und Ammoniak, was diese eine Stelle mehr empfing, als die Pflanze zur Kornbildung nöthig hatte, mehr verbreitet und den anderen Pflanzen an anderen Orten zugänglich gewesen wäre, so würden sie beigetragen haben, den Kornertrag derselben zu erhöhen, während die Anhäufung des Ueberschusses an dem einen

Orte nur den Strohertrag vermehrte. Die ungleiche Vertheilung der anderen Bestandtheile des Stallmistes im Boden hat eine ähnliche Ungleichheit in der Entwickelung der Theile des Halmgewächses zur Folge. Auf einem ideellen Felde, in welchem die Nährstoffe vollkommen gleichförmig verbreitet und den Wurzeln zugänglich sind, sollten bei Gleichheit aller anderen Bedingungen alle darauf wachsenden Halmpflanzen eine gleiche Höhe haben und jede Aehre dieselbe Anzahl und dasselbe Gewicht Körner liefern.

In dem kurzen, verrotteten Stalldünger sind die Nährstoffe weit gleichförmiger als in dem frischen Strohmiste verbreitet, und eine noch gleichförmigere Verbreitung erzielt der Landwirth, wenn er den Mist mit Erde geschichtet oder gemischt zu dem sogenannten Compost verwesen läßt. Da der Mist sowie alle Düngmittel nur durch die Erdtheile wirken, die sich mit den im Miste enthaltenen Nährstoffen gesättigt haben, so ist es unter gewissen Umständen für den Landwirth vortheilhaft, mit dessen Hülfe eine solche gesättigte Erde zu bereiten und damit zu düngen, dieses kann natürlich auf dem Felde selbst geschehen. Nimmt man nach den werthvollen Untersuchungen von Völker in einem Kubikmeter Stalldünger (= 500 Kilogramm oder 1000 Pfund) an, 660 Pfund Wasser, 6 Pfund Kali und 12 Pfund Ammoniak, so würde dieser mit einem Kubikmeter Erde gemischt, von welcher 1 Kubikdecimeter 3000 Milligramme Kali und 6000 Milligramme Ammoniak absorbirt, nach der vollkommenen Verwesung der organischen Materien des Mistes (welche etwa 25 Procent seines Gewichtes ausmachen) und nach der Verdunstung seiner halben Wassermenge etwa 1¼ Kubikmeter einer mit allen Nährstoffen im Miste vollständig gesättigten Erde liefern. Bodensorten, welche die bezeichnete Menge Kali und

Ammoniak absorbiren, finden sich überall, und dem Landwirthe kann es nicht schwer fallen, die für seine Composthaufen geeignetste Erde zu wählen.

Der Mist hat bekanntlich noch eine mechanische Wirkung, durch welche der Zusammenhang eines festen Bodens gemindert oder der schwere Boden leichter und poröser gemacht wird. Für diese Bodensorten eignen sich die Composte weniger gut, und die dem Miste zuzusetzende Erde muß durch einen sehr lockern Körper, am besten durch Torfklein, ersetzt werden*).

Wenn man die Erträge, welche durch Stallmist, Knochenmehl, Guano, in manchen Fällen durch Holzasche und Kalk manchen Feldern abgewonnen werden, mit denen vergleicht, welche das nämliche Feld in ungedüngtem Zustande liefert, so erscheint die Wirkung dieser Düngmittel wahrhaft räthselhaft.

Der Ertrag eines ungedüngten Feldes muß seinem Gehalt an wirksamen Nährstoffen entsprechend sein; ein niederer Ertrag entspricht einem niederen Gehalt desselben. Vergleicht man nun in einem der erwähnten Fälle den Gehalt an Nährstoffen des ungedüngten Stückes mit dem Ertrag, und die Zu-

---

*) Weit wichtiger vielleicht noch als die Düngung mit Composten, welche immerhin viel Arbeit und mehr Transport kosten, ist die Benutzung der absorbirenden Eigenschaften der Erden und des Torfes zur Fixirung der in der Mistjauche enthaltenen Nährstoffe. Wenn der Boden einer Miststätte aus einer 1 Meter hohen Schicht lockeren Torfes besteht, so hat man bei einer Grundfläche von je 10 Meter Länge und Breite 100 Kubikmeter Torf, durch welche man alle Jauche versickern lassen kann, ohne daß man in Sorge zu sein braucht, auch nur den kleinsten Theil der wirksamen Bestandtheile der Jauche zu verlieren. Der Torf kann gleich dem Miste gebraucht und muß, wie sich von selbst versteht, jährlich erneuert werden. Auf Feldern, die nicht beackert werden, wie Wiesen, wirkt die Jauche natürlich rascher. Der in der Umgegend Münchens vorkommende Torf absorbirt in Pulvergestalt pro 1000 Kubikcentimeter, welche 330 Gramme wiegen, 7,892 Gramme Kali und 4,169 Ammoniumoxyd.

fuhr an Nährstoffen oder die Düngermenge mit dem Mehrertrag, so erscheint der letztere außer allem Verhältniß viel größer zu sein, und man wird zu der Meinung verführt, als ob die im Dünger gegebenen Nährstoffe, Phosphorsäure, Kali, Ammoniak, weit wirksamer seien als die im Boden vorhandenen, oder daß die größere Masse derselben im Boden wirkungslos und seine Ertragsfähigkeit vorzugsweise durch die Düngerzufuhr bedingt gewesen sei. Daher kommt es denn, daß, während eine gewisse Anzahl von Landwirthen glaubt, daß man allen Dünger entbehren kann, und die mechanische Arbeit allein genüge, um das Feld ertragsfähig zu machen, andere der Meinung sind, daß man nur durch Düngung das Feld fruchtbar erhalten könne. Alle diese Ansichten beziehen sich nur auf einzelne Fälle und haben im Allgemeinen keine Gültigkeit, da weder die Einen noch die Anderen sich klar gemacht haben, auf welchem Grunde die Ertragsfähigkeit beruht.

In den Versuchen, welche das Generalcomité des landwirthschaftlichen Vereins in Baiern im Jahre 1857 über die Wirkungen des Phosphorits auf den an Phosphorsäure armen Feldern in Schleißheim anstellen ließ, wurden auf zwei Strecken Feld, wovon das eine pro Hectare mit 241,4 Kilogramm Phosphorsäure (657,4 Kilogramm Phosphorit mit Schwefelsäure aufgeschlossen) gedüngt worden war, folgende Erträge in Sommerweizen geerntet:

1857	Gesammternte	Korn	Stroh
Gedüngt mit 657 Kilogr. phosphorsaurem Kalk	5114,7 Kilogr.	1301,7 Kilog.	3813,0 Kilog.
Ungedüngt	2301,0 „	644,3 „	1656,7 „

Nach einer chemischen Analyse der Erde von diesem Felde (von Dr. Zöller in dem hiesigen chemischen Laboratorium ausgeführt) gab diese an kalte Salzsäure eine Quantität Phos-

phorsäure ab, die auf die Hectare auf eine Tiefe von 25 Centimetern sich auf 2376 Kilogramm berechnet, entsprechend 5170 Kilogramm phosphorsaurem Kalk.

Die Menge der Phosphorsäure, welche die Pflanze im Stroh und Korn von dem gedüngten Stück empfangen hatte:

beträgt im Ganzen	17,5	Kilogramm Phosphorsäure;
die vom ungedüngten	8	» »
durch die Düngung wurde mehr geerntet	9,5	Kilogramm Phosphorsäure.

In den 657,4 Kilogramm Phosphorit empfing das Feld im Ganzen 241,4 Kilogramm Phosphorsäure, die in dem Mehrertrag vorhandene macht demnach nur $^1/_{25}$ der zugeführten Phosphorsäure aus.

Dieses Ergebniß kann nicht in Verwunderung setzen, denn die zugeführte Phosphorsäure wurde nicht der Pflanze, sondern dem ganzen Felde gegeben. Wäre es möglich gewesen, jede Wurzel mit soviel Phosphorsäure oder phosphorsaurem Kalk zu umgeben, als der Mehrertrag an Korn und Stroh zu seiner Bildung bedurfte, so würde man mit einer Düngung von $9^1/_2$ Kilogramm Phosphorsäure ausgereicht haben, um den Ertrag des ungedüngten Stückes zu verdoppeln; allein in der Weise, wie die Düngung geschah, empfing jeder Theil des Feldes gleichviel Phosphorsäure.

Von der ganzen Quantität von 241,4 Kilogramm kamen aber nur 9,5 Kilogramm mit den Pflanzenwurzeln in Berührung, während der Rest wirkungsfähig, aber nicht wirksam war. Um der Pflanze die Möglichkeit darzubieten, einen Gewichtstheil Phosphorsäure zu erlangen, war es nothwendig, dem Felde fünfundzwanzig mal mehr zu geben.

Auf der andern Seite erscheint, gegen die vorräthige Menge

Phosphorsäure im Felde gehalten, die Wirkung der Düngung außer allem Verhältniß größer.

Die in dem Korn und Stroh vom ungedüngten Stück enthaltene Phosphorsäure macht $^1/_{300}$ der Phosphorsäuremenge im Felde, die in dem Mehrertrage $^1/_{25}$ der des Düngers aus; da durch den Dünger die Ernte verdoppelt wurde, so scheint hiernach die Wirkung der im Dünger zugeführten Phosphorsäure zwölf mal größer gewesen zu sein.

Die zugeführte Phosphorsäure (241,4 Kilogramm) machte $^1/_{10}$ der ganzen im Felde vorräthigen (2376 Kilogramm) aus. Bei gleicher Wirkung beider hätte der Mehrertrag der Zufuhr entsprechen sollen, aber anstatt einem Zehntel Mehrertrag erntete man den doppelten Ertrag des ungedüngten Stückes.

Diese Thatsache erklärt sich, wenn man die Absorptionszahl des Schleißheimer Feldes für Phosphorsäure oder phosphorsauren Kalk in Betracht zieht.

Wenn die im Felde vorräthige Phosphorsäure in der Form von Kalkphosphat (5170 Kilogramm) auf 25 Kubikcentimeter Tiefe gleichmäßig verbreitet gedacht wird, so enthält jeder Kubikdecimeter 2070 Milligramme, jeder Kubikcentimeter etwa 2 Milligramme Kalkphosphat.

Das Feld wurde gedüngt mit 657,4 Kilogramm Phosphorit in löslichem Zustande, welche 525 Millionen Milligramme reinem phosphorsauren Kalk entsprachen.

Nach directen Bestimmungen absorbirt 1 Kubikdecimeter der Schleißheimer Erde 976 Milligramme phosphorsauren Kalk; ein jeder Quadratdecimeter empfing 525 Milligramme, welche abwärts im Regenwasser, gelöst hinreichten um 5,4 Centimeter (etwas über 2 Zoll) tief, die Erde vollständig, oder 10,8 Centimeter tief halb mit phosphorsaurem Kalk zu sättigen. Diese Bodenschichten wurden demnach nicht um $^1/_{10}$, sondern um

50 Procent an phosphorsaurem Kalk durch die Düngung bereichert, und zwar der größte Theil in einem für die Pflanze aufnahmsfähigen Zustande; das Absorbtionsvermögen der Erde erklärt mithin, warum die Ernten von gedüngten Feldern eher im Verhältnisse stehen zu den zugeführten Nährstoffen im Dünger, als zu der Summe derselben im Felde.

Die Wirkung einzelner oder mehrerer Düngstoffe ist noch stärker auf Bodensorten, welche noch ärmer als das erwähnte Schleißheimer Feld an Nährstoffen sind.

Die folgenden Resultate wurden auf einem für diesen Zweck umgebrochenen Lande erhalten, welches 15 Jahre lang der Pflug nicht berührt und als Schafweide gedient hatte; die ganze Erdschicht auf den Schleißheimer Feldern hat höchstens 6 Zoll Tiefe, unterhalb derselben ist keine Erde mehr, sondern ein Bett von Rollsteinen, welche das Wasser gleich einem Siebe mit zollgroßen Maschen durchlassen; der Ertrag des ungedüngten Stücks giebt einen Begriff von seiner Sterilität. Ein anderer Theil wurde mit Kalksuperphosphat gedüngt pro Hectare mit 525 Kilogramm Phosphorit mit Schwefelsäure aufgeschlossen, enthaltend 193 Kilogramm Phosphorsäure oder 420 Kilogramm Kalkphosphat.

1858er Winterroggen (Schleißheim) pro Hectare:

	Gesammternte	Korn	Stroh
Düngung mit Phosphorit (aufgeschlossen durch Schwefelsäure) = 525,3 Kilogr., darin 192,8 Kilogr. PO_5, entsprechend 420 Kilogr. reinem phosphors. Kalk	1995,4 Kilogr.	654,2 Kilogr.	1341,2 Kilogr.
Ungedüngt	397,6 „	115,0 „	282,6 „

Nach der Untersuchung von Dr. Zöller enthielt dieses Feld pro Hectare auf 6 Zoll Tiefe nur 727 Kilogramm Phosphorsäure.

Das mit Phosphorsäure gedüngte Feld lieferte den sechsfachen Ertrag an Korn und den fünffachen an Stroh des ungedüngten. Man wird aber bemerken, daß dieser höhere Ertrag, so mächtig auch die Wirkung der Düngung sich aussprach, noch nicht den des ungedüngten, seit längerer Zeit in Cultur gehaltenen Stückes in dem vorhin erwähnten Versuche erreichte, und wenn man den Phosphorsäuregehalt beider Felder mit einander vergleicht, so sieht man, da der Schafweideboden auf 6 Zoll Tiefe nur halb so viel als der andere enthält, daß die Düngung mit Superphosphat eben nur hinreichte, um das Schafweidefeld bis zu 8 bis 10 Centimeter Tiefe dem andern ungedüngten Stücke in seinem Gehalte an Phosphorsäure gleich zu machen.

Diese Betrachtungen machen anschaulich, wie durch die Absorption der Nährstoffe in den oberen Schichten des Feldes eine, im Verhältniß zu dem ganzen Vorrathe im Boden, kleine Menge von Nährstoffen oder Düngerbestandtheilen auf Gewächse, welche ihre Nahrung vorzugsweise von den oberen Schichten der Ackerkrume empfangen, eine so auffallende Wirkung auf die Erhöhung der Erträge hat.

Wenn die Wirkung auf der Summe der wirkenden Theile an gewissen Orten im Boden beruht, so wird die Wirkung verstärkt mit der Anzahl der Theile, um welche die Summe an eben diesen Orten vermehrt worden ist.

Die genauere Bekanntschaft mit der Zusammensetzung der Ackerkrume sowie ihres Verhältnisses zu den Nährstoffen muß mit der Beachtung der Natur der Pflanze und ihrer Bedürfnisse allmälig zu dem Verständniß vieler anderen Erscheinungen im Feldbau führen, die bis jetzt völlig unerklärt und für viele Landwirthe geradezu räthselhaft sind. Obwohl wir die allgemeinsten Gesetze der Pflanzenvermehrung, so weit diese

mit Boden, der Luft und dem Wasser in Verbindung stehen, auf das Genaueste kennen, so ist es dennoch in vielen Fällen außerordentlich schwierig, die Ursachen zu erkennen, welche einen Boden unfruchtbar für ein Culturgewächs, z. B. für Erbsen, machen, während er fruchtbar für andere ist, welche die nämlichen Nährstoffe wie die Erbsen und oft noch in größerer Menge bedürfen. Wenn der Boden reich genug an Nährstoffen für diese anderen Gewächse ist, warum wirken diese nicht auf gleiche Weise auf die Erbsenpflanzen ein, welche Ursachen hindern die Erbsenpflanze, sich die Nährstoffe anzueignen, welche anderen Gewächsen der Boden in vollkommen aufnahmsfähigen Zustande darbietet; wie kommt es zuletzt, daß eben dieser Boden nach einigen Jahren wieder eine lohnende Ernte an Erbsen giebt, obwohl wir denselben durch dazwischen eingeschobene Ernten eher an Nährstoffen ärmer gemacht als bereichert haben; daß die Erbse unter Hafer, Gerste, Sommerkorn gesäet häufig einen höheren Ertrag liefert, als wenn sie allein auf dem Boden wächst und sich mit den anderen Pflanzen in die vorräthigen Nährstoffe nicht zu theilen hat?

Ganz ähnliche Erscheinungen beobachten wir in der Cultur des Klees. In sehr vielen Gegenden wird ein Feld nach einer Anzahl von Kleeernten so gut wie unfruchtbar für Klee.

Die Düngung stellt in einem solchen Falle die Ertragsfähigkeit des Feldes für den Klee nicht wieder her, aber nach einigen Jahren, während welcher Zeit eben dieses Feld lohnende Ernten von Halm- und Knollengewächsen geliefert hat, wird es vorübergehend wieder fruchtbar für Klee.

Für eine ganze Anzahl von Culturpflanzen sind uns die specifischen Düngmittel, d. h. diejenigen Düngstoffe, die auf die Mehrzahl der Felder besonders günstig einwirken, ziemlich genau bekannt; der Stallmist ist in der Regel allen nütz-

lich; für Getreidepflanzen haben Ammoniaksalze, für Turnips-rüben Kalksuperphosphat einen vorzugsweisen Werth; Knochen-mehl und Asche erhöhen die Erträge von fruchtbaren Kleefel-dern auf sichtbare Weise, und ebenso wird ein Feld durch Zu-fuhr von Kalk oft fruchtbar für Klee, den es sonst nicht trägt.

Aber auf Feldern, welche ihre Ertragsfähigkeit für Klee oder Erbsen verloren haben und die man mit erbsen- oder kleemüde bezeichnet hat, wirken alle diese sonst günstigen Be-dingungen ihres Wachsthums kaum mehr ein. Was diesen Pflanzen sonst und anderen Pflanzen immer zusagt, hat über einen gegebenen Zeitpunkt auf das Klee- und Erbsenfeld keine Wirkung mehr. Diese Erscheinung ist es vorzüglich, welche den Landwirth in Verlegenheit setzt und welche Zweifel gegen die Lehren der Wissenschaft in ihm weckt.

Wenn er gezwungen ist, auf die Cultur ihm nützlicher Pflanzen auf Reihen von Jahren hinaus zu verzichten, und die Wissenschaft nicht vermögend ist, ihm über die Schwierigkeiten hinauszuhelfen, was nützt ihm da die Theorie, so spricht der Landwirth, welcher das Wesen der Theorie nicht kennt.

Es ist ein ziemlich verbreiteter Irrthum, daß die genaue Bekanntschaft mit der Theorie das Vermögen verleihe, alle vorkommenden Fälle zu erklären. Die Theorie erklärt aus sich selbst heraus weder in der Astronomie noch in der Mechanik, Physik oder Chemie irgend einen Fall; sie umfaßt und bezeich-net die Ursachen, welche allen Fällen zu Grunde liegen, nicht die einzelnen, welche den Fall bedingen.

Die Theorie erheischt, daß die jeden Fall regierenden Ur-sachen einzeln aufgesucht werden, und die Erklärung ist als-dann der Nachweis oder die Auseinandersetzung, wie sie zu-sammenwirken, um den Fall hervorzubringen; sie deutet uns

an, was wir aufzusuchen haben, und sie lehrt, wie dies durch richtige Versuche geschieht.

Der Grund, warum wir über die soeben angedeuteten Erscheinungen keine Aufschlüsse besitzen, beruht im Wesentlichen darauf, daß der Landwirth bis jetzt sich sehr wenig um die Ursachen derselben bekümmert hat, sowie denn die Aufsuchung von Ursachen die Sache des praktischen Landwirthes eigentlich nicht ist, und weil die, welche sich diese Aufgaben gestellt haben, in der Art, wie sie sie zu lösen versuchten, gezeigt haben, daß ihnen die Pflanze als ein organisches Wesen, welches seine eigenen Bedürfnisse hat, die man genau kennen muß, wenn man es in der rechten Weise erziehen will, ein ziemlich unbekanntes Ding ist.

Wenn ich in dem Folgenden die Erbsenpflanze mit einem Halmgewächs vergleiche, so will ich damit die Aufmerksamkeit der Landwirthe gewissen Eigenthümlichkeiten zulenken, die bei der Cultur beider Pflanzen in Betracht kommen.

Für Gerste und Erbsen z. B. ist ein mäßig feuchter, kräftiger, nicht zu bindender, von Unkraut gänzlich reiner Boden besonders geeignet; ein milder, gutgepflegter, kalkhaltiger Lehm- oder Mergelboden giebt für beide den besten Standort ab. Eine 6 Zoll hohe Ackerkrume reicht für die Gerstenpflanze hin, ihre feinen verfilzten Wurzeln breiten sich büschelförmig aus; ein lockerer Untergrund ist der Gerste eher schädlich als nützlich. Eine frische Düngung vor der Saat wirkt auf die Gerstenpflanze mächtig ein. Während das Saatkorn bei der Gerste nicht tiefer als 1 Zoll liegen darf, keimt und gedeiht die Erbse am besten, wenn die Saat 2 bis 3 Zoll tief in die Erde kommt, ihre Wurzeln verbreiten sich nicht seitwärts, sondern gehen tief in die Erde; sie bedarf darum eines tiefgrundigen und tiefbearbeiteten Bodens und eines freien, lockeren Unter-

grundes. Frische Düngung hat auf die Erbsenpflanze kaum einen Einfluß.

Aus diesen Eigenthümlichkeiten beider Pflanzen folgt von selbst, daß die Gerstenpflanze die Bedingungen ihres Gedeihens hauptsächlich aus der oberen Ackerkrume, die Erbsenpflanze hingegen aus tieferen Schichten empfängt. Was der Boden unterhalb 6 Zoll enthält, ist für die Gerstenpflanze ziemlich gleichgültig; für die Erbsenpflanze kommt auf den Gehalt dieser tieferen Schichten alles an.

Sehen wir nun näher zu, was beide Pflanzen von dem Boden beanspruchen, so ergeben die Untersuchungen Mayer's (Ergebn. landw. und agricult.-chemischer Versuche. München 1857. S. 35), daß der Erbsensamen $1/3$ mehr Aschenbestandtheile (3,5 Procent) als die Gerste enthält; der Phosphorsäuregehalt ist bei beiden ziemlich gleich (2,7 Procent). Unter sonst gleichen Verhältnissen muß demnach der Untergrund, aus welchem die Erbse die Phosphorsäure empfängt, ebenso reich daran sein als die Ackerkrume, welche diesen Bestandtheil der Gerstenpflanze liefert.

Anders verhält es sich mit dem Stickstoffgehalte; auf dieselbe Menge Phosphorsäure enthalten die Erbsen beinahe das Doppelte mehr Stickstoff als die Gerste; nimmt man an, daß beide Pflanzen den Stickstoff vom Boden empfangen, was für die Erbse vielleicht nicht ganz richtig ist, so muß für jeden Milligramm Stickstoff, den die Gerstenpflanze durch ihre Wurzeln aufnimmt, die Erbsenpflanze das Doppelte empfangen, die erstere aus der Ackerkrume, die andere aus den tieferen Schichten.

Diese Betrachtungen werfen, wie ich glaube, einiges Licht auf die Erbsencultur, denn sie setzt eine ganz eigene Bodenbeschaffenheit voraus, und man begreift eher, daß ein durch die Erbsencultur erschöpfter Boden keine Erbsen mehr trägt, als

daß derselbe nach einer Reihe von Jahren wieder fruchtbar für Erbsen wird.

Der für die Erbsen fruchtbare Untergrund soll nach diesen Betrachtungen und der hypothetischen Gleichheit der aufnehmenden Wurzeloberfläche, eben so reich an Phosphorsäure und doppelt so reich an Stickstoff sein, als eine für die Cultur der Gerste geeignete Ackerkrume enthält; für die Phosphorsäure ist diese Annahme sicher.

Wir verstehen ohne Schwierigkeit die gute Wirkung, welche die Düngung eines erschöpften Gerstenfeldes zur Folge hat; alle Bedingungen ihres Gedeihens entnahm die Gerstenpflanze der Ackerkrume, welche, durch den Dünger ersetzt, den Boden wieder tragbar für Gerste machte.

Aber nach unserer Bekanntschaft der Eigenthümlichkeiten der Ackererde hält eine Schicht von 6 bis 10 Zoll Tiefe das Ammoniak, Kali und die Phosphorsäure auch der stärksten Düngung, welche der Landwirth zu geben gewohnt ist, so fest zurück, daß ohne zufällige günstige Verhältnisse kaum ein Theil davon in den Untergrund gelangen kann.

Wenn durch die Bestellung des Feldes mit Gewächsen, welche ein tieferes Pflügen erfordern, namentlich mit Hack- und anderen Früchten, von der reichen Ackerkrume eine gehörige Menge dem erschöpften Untergrunde beigemischt worden ist, so begreift man, daß dieser allmälig wieder fruchtbar für Erbsen werden kann; die Zeit, in welcher dies geschieht, hängt natürlich von der zufälligen Wahl der auf dem Felde einander folgenden Pflanzen ab.

Von diesem Gesichtspunkte aus liegt es in der Hand des Landwirths, durch die richtige Behandlung seines Feldes die Zeit zu verkürzen, in welcher Erbsen wieder darauf aufeinander folgen können.

Thatsache ist, daß es sehr viele Felder giebt, welche in

der Umgebung der Städte Jahr für Jahr oder von zwei zu zwei Jahren Erbsen in üppiger Fülle tragen, ohne je »erbsenmüde« zu werden, und wir wissen, daß der Gärtner dazu keine besonderen Künste anwendet, als daß er seinen Boden tief und sehr sorgfältig bearbeitet und sehr viel mehr düngt, als der Landwirth es vermag.

Besonders räthselhaft ist hiernach das häufige Fehlschlagen der Erbsen nicht, und es besteht kein Grund, die Hoffnung aufzugeben, daß es dem Landwirth gelingen wird, so oft Erbsen zu bauen als ihm dienlich ist, wenn er die rechten Mittel und Wege einschlägt, um sein Feld an den rechten Orten mit den der Erbsenpflanze nöthigen Nahrungsmitteln zu bereichern.

Bei allen Aufgaben dieser Art beruht der Erfolg immer darauf, daß derjenige, der ihnen seine Kräfte widmet, nicht glaubt, daß ihre Lösung leicht sei, sondern er muß sich vorstellen, daß sie mit großen Schwierigkeiten verbunden sei; denn beständen diese nicht, so würden sie von der Experimentirkunst längst gelöst sein.

Die vielen vergeblichen Versuche der Herren Lawes und Gilbert, um ein kleemüdes Feld wieder fruchtbar für Klee zu machen, sind in dieser Beziehung von Werth, insofern sie zeigen, daß das bloße Versuchmachen zu nichts führt, und wenn ich ihnen hier eine Beachtung schenke, die sie nicht verdienen, so geschieht es nicht, um eine wohlfeile Kritik daran zu üben, sondern um dem praktischen Manne zu zeigen, wie er bei Lösung seiner Aufgaben nicht verfahren dürfe, wenn er einen möglichen Erfolg erzielen will. Die Schlüsse, welche die Herren L. und G. aus ihren zahlreichen Versuchen gezogen haben, sind folgende:

Sie haben gefunden, daß wenn ein Land noch nicht kleemüde ist, die Ernte häufig durch Düngungen mit Kalisalzen

und Kalksuperphosphat erhöht wird; ist das Land hingegen kleemüde, so kann man auf keinen der gewöhnlichen Düngstoffe, weder »künstlicher« oder »natürlicher«, sich zur Erzielung einer sichern Ernte verlassen; das einzige Mittel ist, daß man einige Jahre wartet, ehe man den rothen Klee auf dem Felde wiederkehren läßt.

Es ist kaum nöthig, darauf aufmerksam zu machen, daß was die Herren L. und G. hier Schlüsse nennen, nichts weniger als Schlüsse sind; was sie gefunden haben, haben tausend Landwirthe vor ihnen erfahren, und der einzige Schluß, der ihnen erlaubt war, hätte der sein sollen, daß sie in ihren Bemühungen, durch gewisse Düngmittel ein kleemüdes Feld wieder tragbar für Klee zu machen, gescheitert sind. In Wahrheit haben sie nicht entfernt danach gestrebt, uns über die Ursachen der Kleemüde eines Feldes Unterricht zu verschaffen, sondern sie haben einfach verschiedene Düngerarten probirt, in der Hoffnung, einen aufzufinden, durch welchen die ursprüngliche Ertragsfähigkeit des Feldes hätte wiederhergestellt werden können, und diesen haben sie nicht gefunden.

Die Herren L. und G. nehmen an, daß die Kleepflanze sich gegen ein Feld gerade so verhalte, wie eine Gersten- oder Weizenpflanze, und da sie auf einem Felde, auf welchem, obwohl aufs Reichlichste gedüngt, der Klee mißrathen war, im darauf folgenden Jahre eine reiche Gersten- oder Weizenernte erzielt hatten, so setzte sich in ihnen die Vorstellung fest, daß das Mißrathen des Klees auf einer Krankheitsursache beruhe, die sich durch die Kleecultur im Boden entwickele und auf die Kleepflanze, aber nicht auf die Wurzeln der Weizen- und Gerstenpflanze sich übertrage.

Der Klee ist eben darin durchaus verschieden von den beiden Halmgewächsen, daß er seine Hauptwurzeln, wenn keine

Hindernisse entgegenstehen, senkrecht abwärts sendet; in einer Tiefe, welche die Mehrzahl der feinen Haarwurzeln der Gersten- und Weizenpflanze nicht mehr erreicht, verästelt sich die Hauptwurzel (wie dies besonders bei Trifolium pratense wahrnehmbar ist) zu seitwärts laufenden Kriechtrieben, welche abwärts neue Wurzeln treiben.

Der Klee empfängt mithin wie die Erbsenpflanze seine Hauptnahrung immer aus den Erdschichten unterhalb der Ackerkrume, und der Unterschied zwischen beiden besteht hauptsächlich darin, daß er vermöge seiner größeren und ausgedehnteren Wurzeloberfläche auf Feldern noch Nahrung in Menge vorfindet, wo Erbsen nicht mehr gedeihen; die natürliche Folge davon ist, daß der Klee verhältnißmäßig den Untergrund weit ärmer zurückläßt, als die Erbse.

Der Kleesamen, der seiner Kleinheit wegen aus seiner eigenen Masse nur wenig Bildungsstoffe der jungen Pflanze liefern kann, bedarf zu seiner Entwickelung eines reichen Obergrundes; aber die Pflanze entnimmt verhältnißmäßig wenig Nährstoffe der Ackerkrume. Wenn ihre Wurzeln diese durchbrochen haben, so überziehen sich die oberen Theile bald mit einer Korkschicht, und nur die im Untergrunde sich verzweigenden feinen Wurzelfasern führen der Kleepflanze Nahrung zu.

Betrachtet man nun die Versuche, welche die Herrn L. und G. anstellten, um ein kleemüdes Feld wieder ertragsfähig für Klee zu machen, so sieht man sogleich, daß alle angewendeten Mittel vollkommen geeignet waren, die obersten Schichten ihres Feldes mit Nährstoffen für die Weizen- und Gerstenpflanze zu bereichern, daß aber die Kleepflanze nur in der ersten Zeit ihrer Entwickelung Nutzen von der Düngung zog, während die tieferen Schichten unverändert in ihrer Beschaffen-

heit blieben; sie verhielten sich genau so, wie wenn das Feld überhaupt keine Nährstoffe empfangen hätte.

Die von L. und G. angewendeten Düngmittel waren Kalksuperphosphat (300 Pfund Knochenerde mit 225 Pfund Schwefelsäure pro Acre), schwefelsaures Kali (500 Pfund), schwefelsaures Kali und Superphosphat, gemischte Alkalisalze (500 Pfund schwefelsaures Kali, 225 Pfund schwefelsaures Natron, 100 Pfund schwefelsaure Bittererde), gemischte Alkalien mit Superphosphat, ferner Ammoniaksalze allein und Ammoniaksalze mit Superphosphat oder gemischten Alkalien, Stalldünger (300 Centner), begleitet von Kalk oder von Kalk und Superphosphat, oder von Kalk und Alkalien in den mannichfachsten Verhältnissen, sodann Ruß, Ruß mit Kalk, Ruß mit Kalk Alkalien und Superphosphat. Keins von diesen Düngmitteln hatte den allergeringsten Erfolg, das kleemüde Feld wurde dadurch nicht wieder tragbar für Klee.

Der Grund, warum diese Düngungen keine Wirkung hatten, ist nicht schwer aufzufinden. Die Herren L. und G. lassen uns zwar in ihrer Abhandlung völlig im Dunkeln über die Natur und Beschaffenheit des Bodens, auf welchem sie ihre Versuche angestellt haben; aber aus zufälligen Aeußerungen in früheren Abhandlungen wissen wir, daß die Felder zu Rothamster aus einem ziemlich schweren Lehmboden bestehen, welcher besonders für Kornfrüchte, namentlich Gerste, geeignet ist.

Nach den Versuchen über das Absorptionsvermögen des Lehmbodens kann man, ohne zu fürchten einen Irrthum zu begehen, annehmen, daß ein Kubikdecimeter Lehmboden 2000 Milligramme Kali und 1000 Milligramme phosphorsauren Kalk absorbirt.

Die Oberfläche eines Acre Lehmboden (= 405,000 Quadratdecimeter) absorbirt mithin auf 1 Decimeter = 4 Zoll

Tiefe, 805 Kilogramm Kali = 1610 Pfund und 405 Kilogramm phosphorsauren Kalk oder 810 Pfund.

Die stärkste Düngung mit schwefelsaurem Kali, welche die Herren L. und G. ihrem Felde gaben, betrug 500 Pfund = 270 Pfund Kali, die stärkste mit Superphosphat = 300 Pfund phosphorsauren Kalk.

Wenn die Herren L. und G. das schwefelsaure Kali und das Kalkphosphat in vollkommener Lösung auf das Feld gebracht hätten, so würde die ganze Quantität des Kalis, welches sie dem Felde gaben, nicht tiefer als 2 Centimeter, d. h. noch nicht einen Zoll, der phosphorsaure Kalk nicht tiefer als 4 Centimeter (etwas mehr als 1,6 Zoll tief) eingedrungen sein; beide Düngmittel wurden aber aufgestreut und untergepflügt, aber man kann nicht annehmen, daß die Schichten unterhalb 8 Zoll eine bemerkliche Menge Kali oder phosphorsauren Kalk empfangen hätten.

Die Herren L. und G. sagen Seite 186 ihrer Abhandlung: »Diejenigen, welche der Verbreitung der Kleekrankheit ihre Aufmerksamkeit auf einem sogenannten kleemüden Felde widmeten, werden beobachtet haben, daß, wie üppig auch der Klee im Herbst und Winter stand, die Zeichen des Fehlschlagens im März oder April sichtbar werden, und dieselbe Erscheinung wiederholte sich in allen ihren Versuchen; auf einem Felde, auf welchem der Klee fehlgeschlagen war, wurde Gerste gebaut und nachdem diese eine reiche Ernte geliefert hatte, wieder Klee darauf gesäet.

»Die Pflanzen (so berichten die Herrn L. und G.) standen ziemlich gut während des Winters, mit dem fortschreitenden Frühling starben sie aber rasch ab.« Ueber den Grund des Absterbens kann man keinen Augenblick im Zweifel sein; der erschöpfte Untergrund hatte von den verlorenen Bedingun-

gen der Fruchtbarkeit nichts wieder empfangen und die Pflanzen verhungerten, sobald sie die Ackerkrume durchsetzt hatten und ihre Wurzeln in den Untergrund sich zu verbreiten begannen.

Wenn das Mißrathen des Klees von einer Krankheit herrührte, so war sie offenbar von der seltsamsten Art, denn die reichlich gedüngte Ackerkrume zeigte keine Spuren davon, nur der Untergrund war kleemüde. Die Frage, ob es überhaupt eine Krankheit giebt, welche durch die Cultur des Klees erzeugt wird, haben die Herrn L. und G., ohne es gewahr zu werden, auf das Gründlichste widerlegt. Sie sagen Seite 193: »Ehe wir die wahrscheinliche Ursache des Fehlschlagens des Klees näher besprechen, dürfte es gut sein, die Resultate einiger im Küchengarten zu Rothamsted angestellten Versuche zu beschreiben. Der Boden desselben war in gewöhnlicher Gartencultur gehalten und vielleicht schon zwei bis drei Jahrhunderte lang. Früh im Jahre 1854 wurde $^1/_{500}$ eines Acre mit Rothklee bestellt, und von dieser Zeit an bis zum Jahre 1859 wurden 14 Schnitte Kleeheu gewonnen, ohne neue Besamung; im Jahre 1856 wurde das Stück in drei Theile getheilt, ein Theil davon gegypst, ein anderer mit Alkalien und Phosphaten gedüngt.«

»Der ganze Ertrag des auf diesem Gartenboden in sechs Jahren geernteten grünen Klees betrug pro Acre berechnet 126 Tonnen (252 Centner) oder gleich $26^1/_2$ Tonnen Kleeheu (53 Centner). Der Mehrertrag durch das Gypsen betrug in vier Jahren $15^1/_2$ Tonnen, durch die angewendeten Kalisalze und Phosphate $28^3/_4$ Tonnen grünen Klee.«

»Es ist bemerkenswerth,« fahren sie fort, »daß in den nämlichen Jahren, in welchen diese hohen Kleeernten gewonnen worden waren, wir ein paar hundert Ellen davon nicht im

Stande waren, eine mäßige Kleeernte auf unserem Ackerfelde zu gewinnen.«

In der That ist dies höchst bemerkenswerth; auf dem Ackerfelde wurde durch die Vegetation der Kleepflanze die Erde vergiftet, so daß sie keinen Klee mehr trug, aber in eben der Zeit unter gleichen Witterungsverhältnissen erzeugte die nämliche Kleepflanze in dem reichen Gartenboden kein Gift.

Von einer vergleichenden Untersuchung des Garten- und Ackerbodens ist natürlich keine Rede gewesen, da es den beiden Agricultur-Chemikern, wie bereits bemerkt, nicht um einen Grund, sondern um einen Dünger zu thun war. Obwohl sie aber nicht das allergeringste Thatsächliche aufgefunden haben, was als Anhaltspunkt zu einer Erklärung dieses befremdenden Verhaltens der Kleepflanze auf den beiden Feldern hätte dienen können, so hält sie dies nicht ab, die Landwirthe mit folgender sinnreichen Erklärung zu beschenken.

»Unter den Pflanzen — so erläutern sie — gebe es gewisse Gattungen, die sich in Beziehung auf die Natur der Nahrung auf eine besondere Art verhalten; die einen, wozu die Getreidearten gehörten, lebten vorzugsweise von unorganischen Stoffen, aber die anderen hätten, um üppig zu gedeihen, die Zufuhr von complexen organischen Verbindungen nöthig; zu diesen letzteren, so schiene es ihnen, müßten die Leguminosen, z. B. der Klee, gerechnet werden.«

Auf die Thatsache sich stützend, daß sie keine Erklärung gefunden haben, und daß sie dieselbe denn doch hätten finden müssen, wenn sie zu finden gewesen wäre, muthen sie uns zu, daß wir glauben sollen, unter den höheren Pflanzen gebe es gewisse Gattungen, die sich zu den anderen verhielten wie etwa die fleischfressenden zu den grasfressenden Thieren; ähnlich wie die letzteren complexere organische Verbindungen genießen,

welche die pflanzenfressenden in ihrem Leibe zubereiten, so sei es auch mit der Kleepflanze, sie repräsentirten gewissermaßen gleich den Pilzen unter den Pflanzen die Carnivoren.

Es ist wohl nicht der Mühe werth, von dieser Erklärung irgend Notiz zu nehmen, aber nützlich dürfte es doch sein, die Frage zu berühren, ob denn die Herrn L. und G. auch ohne Berücksichtigung des Absorptionsvermögens der Erde die Mittel erschöpft haben, die überhaupt in Anwendung hätten kommen können, um das kleemüde Feld wieder tragbar für Klee zu machen, um zu dem Ausspruch berechtigt zu sein, daß, wenn ein Land kleemüde ist, man sich auf keins der gewöhnlichen weder natürlichen noch künstlichen Düngmittel verlassen dürfe, um eine Ernte zu sichern?

Man kann hier fragen, warum die Herren L. und G. anstatt des Kalksuperphosphates nicht Knochenmehl versuchten, dessen Wirkung weit tiefer reicht als die des Kalksuperphosphates, und warum nur schwefelsaures Kali und schwefelsaure Salze in Anwendung kamen? Es ist nicht unmöglich, daß gewöhnliche Holzasche wirksamer gewesen wäre als wie schwefelsaures Kali, und vor Allem hätte Chlorkalium versucht werden müssen, welches als Bestandtheil der Mistjauche vor allen anderen Kalisalzen dem Klee nützlich ist. Man versteht ferner nicht, warum die flüssige Düngung nicht versucht worden ist und warum das Kochsalz unter den angewendeten Düngmitteln ausgeschlossen wurde. Zieht man in Betracht, was die Herren L. und G. zur Lösung ihrer Aufgabe nicht gethan haben, und was sie hätten thun sollen, so gelangt man wohl zu dem Schlusse, daß sie von der Natur derselben selbst keine klare Vorstellung besaßen.

Der Mangel an Einsicht in das Wesen einer Erscheinung, welche untersucht werden soll, ist aber von allen Schwierig-

keiten, die der Erreichung eines praktischen Resultates entgegenstehen, die allergrößte. Wenn die Unfruchtbarkeit eines Feldes für Klee und Erbsen auf einem Mangel an Stickstoffnahrung in den tieferen Schichten des Bodens beruht und auf keinem anderen Grunde, so ist es wegen dem Absorptionsvermögen der Bodensorten für Ammoniak ganz außerordentlich schwierig, den Untergrund mit diesem Nährstoffe zu bereichern und den Mangel desselben zu beseitigen. Ganz anders verhält es sich mit den salpetersauren Salzen, die in jede Tiefe dringen, da die Salpetersäure von der Erde nicht absorbirbar ist, und es giebt möglicherweise der Chilisalpeter ein Mittel ab, um in solchen Fällen, wo es an Stickstoffnahrung fehlt, das Feld wieder tragbar für Klee oder Erbsen zu machen.

Da die Düngung mit gebranntem Kalk dem Gedeihen des Klees und auch der Erbsen häufig nützlich ist und ein kalkhaltiger Boden ganz besonders die Salpetersäurebildung befördert, so ist es nicht unwahrscheinlich, daß gerade für tiefwurzelnde Gewächse die Kalkdüngung durch diese Eigenschaft das Wachsthum befördert, insofern dieselbe das Eindringen von Stickstoffnahrung in die Tiefe, und zwar in Folge der Verwandlung des Ammoniaks in Salpetersäure bedingt.

Der Stallmist.

Um zu einer richtigen Ansicht über die Bewirthschaftung eines Feldgutes mit Stalldünger zu gelangen, ist es nothwendig, sich daran zu erinnern, daß die Fruchtbarkeit des Bodens in einer ganz bestimmten Beziehung zu seinem Gehalte an den Nährstoffen der Pflanzen im Zustande der physikalischen Bindung, und die Dauer der Fruchtbarkeit eines Feldes oder seine Ertragsfähigkeit im Verhältniß zu der Quantität oder der Summe der im Boden vorhandenen in eben diesem Zustande übergangsfähigen Bedingungen seiner Fruchtbarkeit steht.

Die Höhe des Ertrages eines Feldes in einer gegebenen Zeit steht im Verhältnisse zu den Theilen der Summe, welche von dem Boden aus, während dieser Zeit, in die auf dem Boden gewachsenen Pflanzen übergegangen sind. Wenn von zwei Feldern das eine den doppelten Ertrag an Weizenkorn und Stroh liefert als das andere, so setzt dies nothwendig voraus, daß die Weizenpflanzen auf dem einen Felde doppelt soviel Nährstoffe aus dem Boden empfangen haben, als auf dem andern.

Wenn man eine und dieselbe Pflanze oder verschiedene Pflanzen auf einem Felde auf einander folgen läßt, so nehmen

die Ernten nach und nach ab, und der Boden wird im landwirthschaftlichen Sinne als »erschöpft« bezeichnet, wenn die Erträge des Feldes aufhören lohnend zu sein, d. h. die Arbeit, die Capitalrenten ꝛc. nicht mehr decken. Wenn die hohen Erträge bedingt waren durch eine gewisse Anzahl von Theilen der Summe der Nährstoffe, welche der Boden an die Pflanze abgegeben hat, so beruht die Erschöpfung des Feldes darauf, daß sich die Summe der Nährstoffe vermindert hat. Dieselbe Anzahl von Pflanzen kann auf demselben Felde nicht in gleicher Weise wie früher gedeihen, wenn sie die nämliche Menge von Nährstoffen nicht mehr vorfindet, welche die vorangegangene Frucht vorgefunden hat. Der chemische Begriff der Erschöpfung eines Culturfeldes ist von dem landwirthschaftlichen darin verschieden, daß sich ersterer auf den Gehalt oder auf die Summe, der letztere auf die Anzahl der Theile der Summe der Nährstoffe bezieht, die der Boden abzugeben vermag. Im chemischen Sinne erschöpft heißt ein Feld, welches überhaupt keine Ernten mehr liefert.

Von zwei Feldern, von denen das eine hundertmal, das andere nur dreißigmal soviel Nährstoffe auf die nämliche Tiefe enthält, als eine volle Weizenernte bedarf, bietet das erstere bei gleicher Beschaffenheit und Mischung den Wurzeln der Pflanze in dem Verhältniß von 10 : 3 mehr Nährstoffe als das andere dar; wenn die Wurzeln einer Pflanze von gewissen Stellen des einen Feldes 10 Gewichtstheile Nährstoffe empfangen, so finden die Wurzeln derselben Pflanze auf dem andern nur drei Gewichtstheile zur Aufnahme vor.

Eine mittlere Ernte von 2000 Kilogramm Weizen, Korn und 5000 Kilogramm Stroh empfängt von einer Hectare Feld durchschnittlich 250 Kilogramm Aschenbestandtheile; wenn wir uns nun denken, daß ein solches Feld hundertmal soviel von die-

sen Aschenbestandtheilen, also 25,000 Kilogramm im vollkommen aufnahmsfähigen Zustande zur Erzeugung einer Mittelernte enthalten müsse, so giebt dieses Feld an die erste Ernte 1 Procent von diesem Vorrath ab.

Der Boden bleibt in den darauf folgenden Jahren immer noch fruchtbar für neue Weizenernten, aber die Erträge nehmen ab.

Wenn der Boden auf das Sorgfältigste gemischt worden ist, so findet die im nächsten Jahre auf demselben Felde wachsende Weizenpflanze an jeder Stelle ein Procent weniger Nahrung vor und der Ertrag an Korn und Stroh muß in eben diesem Verhältniß kleiner sein. Bei gleichen klimatischen Bedingungen, Temperatur und Regenmenge wird man im zweiten Jahre nur 1980 Kilogramm Korn und 4950 Kilogramm Stroh ernten, und in jedem folgenden Jahre müssen die Ernten fallen nach einem bestimmten Gesetz.

Wenn die Weizenernte im ersten Jahre 250 Kilogramm Aschenbestandtheile entzog, und der Boden im ganzen pro Hectare auf 12 Zoll Tiefe hundertmal so viel enthielt (25,000 Kilogramm), so bleiben am Ende des dreißigsten Culturjahres 18,492 Kilogramm Nahrungsstoffe im Boden zurück.

Welches auch die durch klimatische Verhältnisse bedingten Abweichungen in den Ernteerträgen der dazwischenliegenden Jahre gewesen sein mögen, so sieht man ein, daß auf diesem Felde, in dem 31. Jahre, wenn kein Ersatz stattgefunden hat, im günstigsten Falle nur $^{185}/_{250} = 0{,}74$, oder etwas weniger als $^{3}/_{4}$ einer mittleren Ernte erzielt werden kann.

Wenn diese drei Viertel der mittleren Ernte dem Landwirth keinen hinlänglichen Ueberschuß in seiner Einnahme mehr verschaffen, wenn sie einfach seine Ausgaben decken, so heißt der Ertrag kein lohnender Ertrag. Von dem Felde sagt er

alsdann, es sei erschöpft für die Weizencultur, obwohl es noch vierundsiebenzigmal mehr an Nahrungsstoffen enthält, als eine mittlere Ernte jährlich bedarf; die ganze Summe hatte bewirkt, daß im ersten Jahre jede Wurzel in den Theilen des Bodens, mit denen sie in Berührung kam, die erforderliche Menge von Bodenbestandtheilen zu ihrer vollen Entwickelung vorfand, und die auf einander folgenden Ernten haben bewirkt, daß sich im 31. Jahre nur $^3/_4$ dieser Quantität in diesen Theilen davon vorfindet.

Eine mittlere Roggenernte (= 1600 Kilogramm Korn und 3800 Kilogramm Stroh) entzieht dem Boden pro Hectare nur 180 Kilogramm Aschenbestandtheile.

Wenn der Weizenboden, um eine mittlere Weizenernte zu liefern, 25,000 Kilogramm von den Aschenbestandtheilen der Weizenpflanzen enthalten müßte, so ist ein Boden, welcher nur 18,000 Kilogramm derselben Bestandtheile enthält, reich genug für eine mittlere und eine Reihe von lohnenden Roggenernten.

Unserer Rechnung nach enthält ein für die Weizencultur erschöpftes Feld immer noch 18,492 Kilogramm Bodenbestandtheile, die ihrer Beschaffenheit nach identisch mit denen sind, welche die Roggenpflanze nöthig hat.

Fragt man nun, nach wie viel Jahren fortgesetzten Roggenbaues die mittlere Ernte auf eine Dreiviertelernte herabsinken wird, so ergiebt sich, wenn diese keine lohnende Ernte mehr ist, daß das Feld 28 lohnende Roggenernten liefern, und nach 28 Jahren für den Roggenbau erschöpft sein wird. Der im Boden bleibende Rest von Nahrungsstoffen beträgt immer noch 13,869 Kilogramm an Aschenbestandtheilen.

Ein Feld, welches keine lohnende Roggenernte mehr liefert, ist deshalb nicht unfruchtbar für die Haferpflanze.

Eine mittlere Haferernte (2000 Kilogramm Korn und

3000 Kilogramm Stroh) entzieht dem Boden 310 Kilogramm Aschenbestandtheile, 60 Kilogramm mehr als eine Weizenernte, und 130 Kilogramm mehr als eine Roggenernte. Wenn die auffsaugende Wurzeloberfläche der Haferpflanze die nämliche wäre wie die der Roggenpflanze, so würde der Hafer nach Roggen keine lohnende Ernte mehr liefern können; denn ein Boden, der bei 13,869 Kilogramm Vorrath 310 Kilogramm für die Haferernte abgiebt, verliert hiermit 2,23 Procent seines Gehalts an Aschenbestandtheilen, während ihm, wie angenommen, die Wurzeln des Roggens nur 1 Procent entziehen, verliert er durch die Cultur der Haferpflanze 2,23 Procent. Dies kann nur geschehen, wenn die Wurzeloberfläche des Hafers die des Roggens um das 2,23fache übertrifft.

Die Haferernten werden hiernach den Boden am rascheften erschöpfen, schon nach $12^{3}/_{4}$ Jahren wird die Ernte auf $^{3}/_{4}$ ihres anfänglichen Betrags herabsinken müssen.

Keine von allen den Ursachen, welche die Erträge zu vermindern oder zu erhöhen vermögen, hat auf dieses Gesetz der Erschöpfung des Bodens durch die Cultur einen Einfluß. Wenn die Summe der Nahrungsstoffe um eine gewisse Anzahl von Theilen vermindert worden ist, so hört der Boden auf, in landwirthschaftlichem Sinne fruchtbar für ein Culturgewächs zu sein.

Für eine jede Culturpflanze besteht ein solches Gesetz. Dieser Zustand der Erschöpfung tritt unabwendbar ein, auch wenn in einer Reihenfolge von Culturen dem Boden nur ein einziger von allen den verschiedenen für die Ernährung der Gewächse nothwendigen mineralischen Nahrungsstoffen entzogen worden ist, denn der eine, welcher fehlt oder mangelt, macht alle anderen wirkungslos, oder nimmt ihnen ihre Wirksamkeit.

Mit einer jeden Frucht, mit einer jeden Pflanze oder einem Theil einer Pflanze, die man von dem Felde hinweg-

nimmt, verliert der Boden einen Theil von den Bedingungen seiner Fruchtbarkeit, d. h. er verliert das Vermögen, diese Frucht, Pflanze oder Theil einer Pflanze nach Ablauf einer Reihe von Culturjahren wieder zu erzeugen. Tausend Körner bedürfen tausendmal so viel Phosphorsäure vom Boden wie ein Korn, und tausend Halme tausendmal so viel Kieselsäure wie ein Halm, und wenn es an dem tausendsten Theil von Phosphorsäure oder Kieselsäure im Boden fehlt, so bildet sich das tausendste Korn, der tausendste Halm nicht aus. Ein einzelner von dem Getreidefelde hinweggenommener Getreidehalm macht, daß dies Feld einen gleichen Getreidehalm nicht mehr trägt.

Es folgt hieraus von selbst, daß ein Hectar Feld, welcher 25,000 Kilogramm von den Aschenbestandtheilen des Weizens gleichförmig verbreitet und in einem für die Pflanzenwurzeln vollkommen aufnehmbaren Zustande enthält, daß dieser Hectar Feld, wenn die gleichförmige Mischung durch sorgfältiges Pflügen und allen hierzu dienlichen Mitteln erhalten worden wäre, ohne irgend einen Ersatz an den im Stroh und Korn hinweggenommenen Bodenbestandtheilen zu empfangen, bis zu einer bestimmten Grenze eine Reihe von lohnenden Ernten verschiedener Halmgewächse liefern kann, deren Aufeinanderfolge dadurch bedingt ist, daß die zweite Pflanze weniger vom Boden nimmt als die erste, oder daß die zweite eine größere Anzahl von Wurzeln oder im Allgemeinen eine größere aufsaugende Wurzeloberfläche besitzt. Von dem mittleren Ernte-Ertrag im nächsten Jahre an würden die Ernten von Jahr zu Jahr abgenommen haben.

Für den Landwirth, für welchen gleichförmige Mittelerträge Ausnahmen sind und ein durch Witterungsverhältnisse bedingter Wechsel die Regel ist, würde diese stetige Abnahme kaum wahrnehmbar gewesen sein, selbst dann nicht, wenn in der Wirklichkeit sein Feld eine so günstige chemische und physikalische

Beschaffenheit gehabt hätte, daß er siebzig Jahre nach einander Weizen, Roggen und Hafer darauf hätte bauen können ohne allen Ersatz der entzogenen Bodenbestandtheile. Gute, dem Mittelertrag sich nähernde Ernten in günstigen Jahren würden mit schlechten Erträgen gewechselt haben, aber immer würde das Verhältniß der ungünstigen zu den günstigen Ernte-Erträgen zugenommen haben.

Die große Mehrzahl der europäischen Culturfelder besitzt die physikalische Beschaffenheit, die in dem eben betrachteten Falle für das Feld angenommen worden ist, nicht.

In den meisten Feldern ist nicht alle den Pflanzen nöthige Phosphorsäure in wirksamem, den Pflanzenwurzeln zugänglichem Zustande verbreitet; ein Theil derselben ist in der Form von kleinen Körnchen Apatit (phosphorsaurem Kalk) lediglich darin vertheilt, und wenn auch der Boden im Ganzen mehr als ein genügendes Verhältniß enthält, so ist doch in den einzelnen Theilchen des Bodens in manchen weit mehr, in anderen zu wenig für das Bedürfniß der Pflanze vorhanden.

Wenn wir uns nun denken, daß unser Feld 25,000 Kilogramme von den Aschenbestandtheilen des Weizens vollkommen gleichmäßig vertheilt, und fünf- oder zehn-, oder mehrere Tausend Pfund der nämlichen Nahrungsstoffe, die Phosphorsäure desselben als Apatit, die Kieselsäure und das Kali als aufschließbares Silicat, ungleichförmig vertheilt enthalten hätte; wenn ferner von diesem letztern auf die eben auseinandergesetzte Weise von zwei zu zwei Jahren eine gewisse Menge löslich und verbreitbar geworden wäre, in einem solchen Verhältniß, daß die Pflanzenwurzeln in allen Theilen der Ackerkrume von diesen Nahrungsstoffen ebensoviel als im vorhergegangenen Culturjahre angetroffen hätten, genügend also zu einer vollen Mittelernte: so würden wir eine Reihe von Jahren hindurch volle Mittelernten erzielt haben,

wenn wir zwischen jedes Culturjahr ein Brachjahr eingeschaltet hätten. Anstatt dreißig stets abnehmender Ernten würden wir in diesem Falle in 60 Jahren dreißig volle Mittelernten erhalten haben, wenn der vorhandene Ueberschuß im Boden bis dahin ausgereicht hätte, die jährlich in den Ernten hinweggenommene Menge Phosphorsäure, Kieselsäure und Kali in allen den Theilen zu ersetzen, denen sie entzogen wurden. Mit der Erschöpfung dieses Ueberschusses würden für dieses Feld die abnehmenden Erträge beginnen, und aufs Neue weiter eingeschobene Brachjahre würden alsdann auf die Erhöhung dieser Erträge nicht den mindesten Einfluß ausgeübt haben.

Wäre der in dem eben betrachteten Falle angenommene Ueberschuß von Phosphorsäure, Kieselsäure und Kali nicht ungleichförmig, sondern gleichförmig verbreitet, und für die Pflanzenwurzeln überall vollkommen zugänglich gewesen, so würde man 30 volle Ernten in 30 Jahren nach einander ohne Einschiebung eines Brachjahres auf diesem Felde erzielt haben.

Kehren wir zu unserem Felde zurück, von welchem wir angenommen haben, daß es 25,000 Kilogramme Aschenbestandtheile des Weizens in der vollkommensten Weise vertheilt und in aufnehmbarem Zustande enthielte, und jedes Jahr mit Weizen bestellt werde, und denken wir uns den Fall, daß wir in jeder Ernte nur die Aehre von dem Halme abgeschnitten und das ganze Stroh auf dem Felde gelassen, und sogleich wieder untergepflügt hätten, so ist der Verlust, den das Feld in diesem Jahre erleidet, kleiner als zuvor, denn alle Bestandtheile des Halmes und der Blätter sind dem Felde verblieben; wir haben nur die Bodenbestandtheile des Korns dem Felde genommen.

Unter den Bestandtheilen, welche der Halm und die Blätter vom Boden empfangen haben, befinden sich alle Bodenbestandtheile der Samen, nur in einem andern Verhältniß.

Wenn die in dem Stroh und Korn zusammen ausgeführte Menge Phosphorsäure durch die Zahl 3 bezeichnet wird, so ist der Verlust, wenn das Stroh dem Felde verbleibt, nur 2. Die Abnahme der Erträge des Feldes in einem folgenden Jahre steht immer im Verhältniß zu dem Verluste, den es durch die vorhergehende Ernte an Bodenbestandtheilen erlitten hat. Die nächstfolgende Ernte an Korn wird etwas größer sein, als sie ausfallen würde, wenn man das Stroh dem Felde nicht gelassen hätte; der Ertrag an Stroh wird nahe derselbe wie im vorhergehenden Jahre bleiben, denn die Bedingungen zur Stroherzeugung sind sehr wenig verändert worden.

Indem man in dieser Weise dem Boden weniger nimmt als zuvor, so wächst somit die Anzahl der lohnenden Ernten, oder die Summe des in der ganzen Reihe der Kornernten erzeugten Korns. Ein Theil der Strohbestandtheile geht über in Kornbestandtheile, und wird jetzt in dieser Form dem Felde genommen. Die Periode der Erschöpfung tritt immer, aber unter diesen Umständen später ein. Die Bedingungen zur Kornbildung nehmen stetig ab, denn die dem Korn entzogenen Stoffe wurden nicht ersetzt.

Wenn man das Stroh abgeschnitten auf Schubkarren um das Feld herumgefahren, oder wenn man es als Streu in Viehställen benutzt und dann erst untergepflügt hätte, so wäre dieses Verhältniß ganz das nämliche geblieben. Was man in dieser Weise dem Felde wieder zuführte, war dem Felde genommen und bereicherte das Feld nicht.

Wenn man sich denkt, daß die verbrennlichen Bestandtheile des Strohs nicht vom Boden geliefert werden, so war das Zurücklassen des Strohs auf dem Felde eigentlich nur ein Zurücklassen der Aschenbestandtheile des Strohs. Das Feld blieb um

etwas fruchtbarer als zuvor, weil man demselben weniger genommen hatte.

Hätte man auch das Korn oder die Aschenbestandtheile des Korns mit dem Stroh wieder untergepflügt, oder hätte man anstatt des Weizenkorns eine entsprechende Menge eines andern Samens, Repskuchenmehl, d. h. von fettem Oele befreiten Repssamen, welcher die nämlichen Aschenbestandtheile enthält, im richtigen Verhältnisse dem Felde wiedergegeben, so blieb seine Zusammensetzung wie zuvor; im nächsten Jahre würde man denselben Ernte-Ertrag wie im vorhergegangenen erhalten haben. Wenn nach jeder Ernte in dieser Weise das Stroh immer wieder dem Felde zurückgegeben wird, so ist eine weitere Folge eine Ungleichheit in der Zusammensetzung der wirksamen Bestandtheile der Ackerkrume.

Wir haben angenommen, daß unser Boden die Aschenbestandtheile der ganzen Weizenpflanze im richtigen Verhältniß zur Bildung der Halme, der Blätter und des Korns enthalten habe; indem wir die zur Bildung des Strohs nöthigen Mineralsubstanzen dem Felde ließen, während die des Korns fortwährend hinweggenommen wurden, so häuften sich die ersteren im Verhältniß zu dem Rest der Bodenbestandtheile des Korns, die das Feld noch enthielt, an. Das Feld behielt seine Fruchtbarkeit für das Stroh, die Bedingungen für die Körnerbildung nahmen ab.

Die Folge dieser Ungleichheit ist eine ungleichförmige Entwickelung der ganzen Pflanze. So lange der Boden alle zur gleichmäßigen Entwickelung aller Theile der Pflanze nöthigen Aschenbestandtheile im richtigen Verhältniß enthielt und abgab, blieb die Qualität des Samens und das Verhältniß zwischen Stroh und Korn in den abnehmenden Ernte-Erträgen gleichmäßig und unverändert. In dem Maße aber, in welchem die

Bedingungen zur Blatt- und Halmbildung günstiger wurden, nahm mit den Samenerträgen zunächst auch die Qualität des Samens ab. Das Merkmal dieser Ungleichförmigkeit in der Zusammensetzung des Bodens als Folge der Culturen ist, daß das Gewicht der geernteten Scheffel Korn sich vermindert. Während im Anfang zur Bildung des Korns eine gewisse Menge von den Bestandtheilen des wieder zugeführten Strohs (Phosphorsäure, Kali, Bittererde) verbraucht wurde, tritt später das umgekehrte Verhältniß ein, es werden von den Kornbestandtheilen (Phosphorsäure, Kali, Bittererde) zur Strohbildung in Anspruch genommen. Der Zustand eines Feldes ist denkbar, wo wegen der vorhandenen Ungleichförmigkeit in dem Verhältniß der Bedingungen zur Stroh- und Kornbildung, wenn Temperatur und Feuchtigkeit die Blattbildung begünstigen, ein Halmgewächs einen enormen Strohertrag mit leeren Aehren liefert.

Der Landwirth kann bei seinen Pflanzen auf die Richtung der vegetativen Thätigkeit nur durch den Boden einwirken, d. h. durch das Verhältniß der Nahrungsstoffe, die er demselben giebt; zum höchsten Kornertrag gehört, daß der Boden ein überwiegendes Verhältniß an den zur Samenbildung nöthigen Nahrungsstoffen enthält. Für die Blattgewächse, Rüben- und Knollengewächse ist dieses Verhältniß umgekehrt.

Es ist hiernach klar, wenn wir auf unserem Felde, welches 25,000 Kilogramme von den Bodenbestandtheilen der Weizenernte enthält, Kartoffeln und Klee bauen, und den ganzen Ertrag an Kartoffelknollen und Klee dem Felde nehmen, daß wir dem Boden in diesen beiden Feldfrüchten ebensoviel Phosphorsäure und dreimal so viel Kali entziehen wie durch drei Weizenernten. Es ist sicher, daß diese Beraubung des Bodens an diesen nothwendigen Bodenbestandtheilen durch eine andere Pflanze

auf seine Fruchtbarkeit für Weizen von großem Einfluß ist; die Höhe und Dauer der Weizenerträge nimmt ab.

Wenn wir hingegen in zwei Jahren das Feld einmal mit Weizen und dann mit Kartoffeln bestellt, und die ganze Kartoffelernte auf dem Felde gelassen, und Knollen, Kraut und Weizenstroh untergepflügt hätten, und so fort abwechselnd 60 Jahre lang, so würde dies den Ertrag an Korn, welchen es zu liefern fähig war, nicht im mindesten geändert oder vergrößert haben; das Feld hat durch den Anbau der Kartoffeln nichts gewonnen, und da man alles dem Felde ließ, nichts verloren; wenn durch die Kornernten, die man dem Felde nahm, der Vorrath von Bodenbestandtheilen auf $^3/_4$ der ursprünglich darin vorhandenen Menge herabgebracht worden ist, liefert dies Feld keine lohnende Ernte mehr, wenn $^3/_4$ einer Mittelernte dem Landwirthe keinen Gewinn mehr lassen. Ganz dasselbe tritt ein, wenn wir anstatt Kartoffeln Klee eingeschoben, und diesen Klee jedesmal wieder untergepflügt hätten. Der Boden besaß, so haben wir angenommen, die günstigste physikalische Beschaffenheit, und konnte demzufolge durch Einverleibung der organischen Substanzen des Klees und der Kartoffeln nicht verbessert werden. Auch wenn wir die Kartoffeln aus dem Felde herausgenommen, den Klee abgemäht und getrocknet, die Knollen und das Kleeheu auf einen Karren geladen und um das Feld herum oder durch den Viehstall gefahren, und dann erst wieder dem Felde zugeführt und untergepflügt, oder auch zu anderen Zwecken verbraucht, und die ganze Summe der in beiden Ernten vorhandenen Bodenbestandtheile dem Felde wiedergegeben hätten, so würde durch alle diese Operationen das Feld in 30, 60 oder 70 Jahren kein einziges Korn mehr geliefert haben, als ohne diesen Wechsel. Auf dem Felde haben sich in dieser ganzen

Zeit die Bedingungen zur Kornbildung nicht vermehrt, die Ursache der Abnahme der Erträge ist die nämliche geblieben.

Das Unterpflügen der Kartoffeln und des Klees konnte nur auf diejenigen Felder eine nützliche Wirkung haben, welche nicht die günstigste physikalische Beschaffenheit hatten, oder in welchen die vorhandenen Bodenbestandtheile ungleich vertheilt und zum Theil für die Pflanzenwurzeln unzugänglich waren; aber diese Wirkung ist der der Gründüngung oder eines oder mehrerer Brachjahre ganz gleich.

Durch die Einverleibung des Klees und der organischen Bestandtheile in den Boden nahm sein Gehalt an verwesenden Stoffen und Stickstoff von Jahr zu Jahr zu. Alles was diese Gewächse aus der Atmosphäre empfingen, blieb im Boden, aber die Bereicherung an diesen sonst so nützlichen Stoffen kann nicht bewirken, daß er im Ganzen mehr Korn erzeugt als zuvor, denn die Kornerzeugung hängt von dem Verhältniß der im Felde vorhandenen Menge von Aschenbestandtheilen ab, und diese sind nicht vermehrt worden, sie haben in Folge der Kornausfuhr stetig abgenommen. Durch die Zunahme von Stickstoff und verwesenden organischen Materien im Felde konnten die Erträge möglicherweise eine Reihe von Jahren hindurch gesteigert werden, allein der Zeitpunkt, wo dieses Feld keine lohnenden Ernten mehr liefert, tritt in diesem Falle um so früher ein.

Wenn wir von drei Weizenfeldern das eine mit Weizen, die beiden anderen mit Kartoffeln und Klee bestellen und allen geernteten Klee, alle Kartoffelknollen auf dem Weizenfelde anhäufen und unterpflügen, dem wir nur das Korn genommen, so ist dieses Weizenfeld jetzt fruchtbarer als zuvor, denn es ist um die ganze Summe von Bodenbestandtheilen reicher geworden, welche die beiden anderen Felder an die Kartoffel- und die Kleepflanze abgegeben hatten; an Phosphorsäure empfing es drei-

mal, an Kali zwanzigmal mehr, als das geerntete und ausgeführte Korn enthielt.

Dieses Weizenfeld wird in drei auf einander folgenden Jahren jetzt drei volle Kornernten liefern können, denn die Bedingungen zur Strohbildung sind ungeändert geblieben, während die der Kornerzeugung um das Dreifache vermehrt wurden. Wenn der Landwirth in dieser Weise in drei Jahren ebensoviel Korn erzeugt, als er ohne die Hinzuziehung und Mitwirkung der Bodenbestandtheile des Klees und der Kartoffeln auf denselben Feldern in fünf Jahren erzeugt haben würde, so ist offenbar sein Gewinn jetzt größer geworden, denn mit drei Saatkörnern hat er ebensoviel geerntet, als in dem andern Falle mit fünf; aber was das Weizenfeld an Fruchtbarkeit gewonnen, haben die beiden anderen Felder verloren, und das Endresultat ist, daß er mit Ersparung an Culturkosten und mit mehr Gewinn als vorher, seine drei Felder der Periode der Erschöpfung entgegengeführt hat, der sie unabwendbar durch die bleibende Ausfuhr der Bodenbestandtheile im Korn verfallen müssen.

Der letzte Fall, den wir zu betrachten haben, ist, wenn der Landwirth anstatt Kartoffeln und Klee, Rüben und Luzerne baut, welche vermöge ihrer langen, tiefgehenden Wurzeln eine große Menge von Bodenbestandtheilen aus dem Untergrunde holen, den die große Mehrzahl der Wurzeln der Getreidepflanzen nicht erreicht. Wenn die Felder einen solchen Untergrund besitzen, welcher die Cultur dieser Gewächse gestattet, so stellt sich das Verhältniß etwa so, wie wenn sich die culturfähige Oberfläche verdoppelt hätte. Empfangen die Wurzeln dieser Pflanzen die eine Hälfte ihrer mineralischen Nahrungsmittel vom Untergrunde und die andere von der Ackerkrume, so wird die letztere durch die Ernte nur halb so viel verlieren, als sie durch eben diese

Pflanzen verloren haben würde, wenn sie alle von der Ackerkrume genommen worden wären.

Als ein von der Ackerkrume getrenntes Feld gedacht, giebt hiernach der Untergrund an die Rüben- und Luzernepflanzen eine gewisse Quantität von Bodenbestandtheilen ab, und wenn die ganze Rüben- und Luzerne-Ernte im Herbst auf dem Weizenfelde untergepflügt worden wäre, welches eine mittlere Ernte Weizenkorn geliefert hat, und dieses ebensoviel oder mehr empfängt, als es in dem Korn verloren hat, so kann dieses Weizenfeld in dieser Weise auf Kosten des Untergrundes ebenso lange auf einem gleichbleibenden Zustande der Fruchtbarkeit erhalten werden, als derselbe fruchtbar für Rüben und Luzerne bleibt.

Da aber die Rüben und Luzerne zu ihrer Entwickelung eine sehr große Menge Bodenbestandtheile bedürfen, so ist der Untergrund um so früher erschöpft, je weniger er davon enthält, und da er in Wirklichkeit von der Ackerkrume nicht getrennt ist, sondern unterhalb derselben liegt, so kann er von allen den Bestandtheilen, die er verloren hat, kaum etwas zurückempfangen, weil die Ackerkrume den ihr davon zugeführten Theil zurückhält; nur dasjenige Kali, Ammoniak, die Phosphorsäure, Kieselsäure, welche die Ackerkrume nicht festhält und bindet, können in den Untergrund gelangen.

Durch die Cultur dieser tiefwurzelnden Gewächse kann mithin ein Ueberschuß von Nahrungsstoffen für alle Gewächse gewonnen werden, die ihre Nahrung vorzugsweise aus der Ackerkrume schöpfen; aber dieser Zufluß hat keine Dauer; in einer verhältnißmäßig kurzen Zeit gedeihen die Gewächse auf vielen Feldern nicht mehr, weil der Untergrund erschöpft und seine Fruchtbarkeit nur schwierig wiederherstellbar ist.

Wenn ein Landwirth auf drei Feldern Kartoffeln, Korn und Wicken oder Klee abwechselnd baut, oder ein Feld mit Kartoffeln,

Korn und Wicken nach einander bestellt, und die geernteten Feldfrüchte — das Korn, die Kartoffelknollen und die Wicken — verkauft und so fortfährt viele Jahre lang, ohne zu düngen, so sagt uns Jeder das Ende dieser Wirthschaft voraus; er sagt uns, daß ein Betrieb dieser Art auf die Dauer unmöglich sei; welche Culturpflanzen man auch wählen möge, welche Varietät von einem Halmgewächs, Knollen- oder andern Gewächs, und in welcher Reihenfolge — das Feld wird zuletzt in einen Zustand versetzt, in welchem man von dem Halmgewächs nur das Saatkorn, von den Kartoffeln keine Knollen mehr erntet, und wo die Wicke oder der Klee nach der ersten Entwickelung wieder zu Grunde gehen.

Aus diesen Thatsachen folgt unwidersprechlich, daß es kein Gewächs giebt, das den Boden schont, und keines, das ihn bereichert. Der praktische Landwirth ist durch unzählige Thatsachen belehrt, daß in vielen Fällen von einer Vorfrucht das Gedeihen einer Nachfrucht abhängig ist, und daß es nicht gleichgültig ist, in welcher Ordnung er seine Pflanzen baut; durch die vorangehende Cultur einer Hackfrucht oder eines Gewächses mit starker Wurzelverzweigung wird der Boden für eine nachfolgende Halmfrucht geeigneter gemacht. Das Halmgewächs gedeiht besser, und zwar ohne Anwendung (mit Schonung) von Mist und giebt einen reicheren Ertrag. Für zukünftige Ernten ist aber an Mist weder geschont, noch ist das Feld an den Bedingungen seiner Fruchtbarkeit reicher geworden. Nicht die Summe der Nahrung wurde vermehrt, sondern die wirkenden Theile dieser Summe wurden vermehrt und ihre Wirkung in der Zeit beschleunigt.

Der physikalische und chemische Zustand des Feldes wurde verbessert, der chemische Bestand nahm ab; alle Gewächse ohne

Ausnahme erschöpfen den Boden, jedes in seiner Weise, an den Bedingungen ihrer Wiedererzeugung.

In seinen Feldfrüchten verkauft der Landwirth sein Feld; er verkauft in ihnen gewisse Bestandtheile der Atmosphäre, welche seinem Boden von selbst zufließen, und gewisse Bestandtheile des Bodens, welche sein Eigenthum sind und die dazu gedient haben, aus den atmosphärischen Bestandtheilen den Pflanzenleib zu bilden, von dem sie selbst Bestandtheile ausmachen; indem er diese Feldfrüchte veräußert, raubt er dem Felde die Bedingungen ihrer Wiedererzeugung; eine solche Wirthschaft trägt mit Recht den Namen einer Raubwirthschaft.

Die Bodenbestandtheile sind sein Capital, die atmosphärischen Nahrungsstoffe die Zinsen seines Capitals: mit den einen erzeugt er die anderen. In den Feldfrüchten veräußert er einen Theil seines Capitals und die Zinsen, in den Bodenbestandtheilen kehrt sein Capital auf das Feld, d. h. in seine Hand zurück.

Der einfachste Verstand sieht ein, und alle Landwirthe stimmen darin überein, daß man in einer Wirthschaft den Klee, die Rüben, das Heu ꝛc. nicht veräußern könne ohne den entschiedensten Nachtheil für die Korncultur.

Ein Jeder giebt bereitwillig zu, daß die Kleeausfuhr die Korncultur beeinträchtige, daß aber die Kornausfuhr die Kleecultur beeinträchtige, dies ist ein für die meisten Landwirthe ganz unfaßbarer, ja unmöglicher Gedanke.

Die gegenseitigen naturgesetzlichen Beziehungen beider sind aber sonnenklar. Die Aschenbestandtheile des Klees und des Korns sind die Bedingungen zur Klee- und Kornerzeugung, und den Elementen nach identisch.

Der Klee braucht zu seiner Erzeugung eine gewisse Quantität Phosphorsäure, Kali, Kalk, Bittererde wie das Korn; die

in dem Klee enthaltenen Bodenbestandtheile sind gleich denen des Korns plus einem gewissen Ueberschuß an Kali, Kalk und Schwefelsäure. Der Klee empfängt diese Bestandtheile vom Boden, das Halmgewächs empfängt sie — man kann es sich so denken — vom Klee. Wenn man demnach den Klee veräußert, so führt man aus die Bedingungen zur Kornerzeugung, es bleibt im Boden weniger für das Korn zurück; veräußert man das Korn, so fällt in einem folgenden Jahre eine Kleeernte aus, denn in dem Korn veräußert man einige der unentbehrlichsten Bedingungen zu einer Kleeernte.

Der Bauer drückt diese Wirkung des Futtergewächses in seiner eigenen Weise aus, indem er sagt: es verstehe sich von selbst, daß man den Mist nicht verkaufen dürfe; ohne Mist sei eine dauernde Cultur nicht möglich und in den Futtergewächsen verkaufe man seinen Mist; daß er aber in seinem Korn seinen Mist dennoch verkauft, dies sieht selbst die große Mehrzahl der erleuchtetsten Landwirthe nicht ein. Der Mist enthält alle Bodenbestandtheile des Futters, und diese bestehen aus den Bodenbestandtheilen des Korns plus einer gewissen Menge Kali, Kalk, Schwefelsäure. Es ist leicht verständlich, da der ganze Misthaufen aus Theilen besteht, daß er auch keinen Theil davon veräußern darf, und wenn es möglich wäre, die Bodenbestandtheile des Korns durch irgend ein Mittel von den anderen zu scheiden, so würden gerade diese für den Bauer den höchsten Werth haben, denn diese bedingen die Cultur des Korns. Diese Scheidung findet aber statt in der Cultur des Korns, denn diese Bodenbestandtheile des Mistes werden zu Bestandtheilen des Korns, und in dem Korn verkauft er einen Theil, und zwar den wirksamsten Theil seines Mistes.

Zwei Misthaufen von gleichem Ansehen und anscheinend gleicher Beschaffenheit können für die Korncultur einen sehr un-

gleichen Werth haben; wenn in dem einen Haufen sich doppelt so viel von Aschenbestandtheilen des Korns als in dem anderen befinden, so hat der erstere den doppelten Werth. Durch die Ausfuhr der Bodenbestandtheile des Korns, welche das Korn von dem Mist empfing, nimmt dessen Wirksamkeit für künftige Kornernten stetig ab.

Von welchem Gesichtspunkte man demnach die Ausfuhr des Korns oder irgend einer anderen Feldfrucht betrachten mag, für den Landwirth, der die ausgeführten Bodenbestandtheile nicht ersetzt, ist die Wirkung immer eine Erschöpfung des Bodens. Die dauernde Ausfuhr von Korn macht den Boden unfruchtbar für Klee oder raubt dem Mist seine Wirksamkeit.

In unseren erschöpften Feldern finden die Wurzeln der Halmgewächse in den oberen Schichten der Ackerkrume den ganzen Gehalt an Nahrung für einen vollen Ertrag nicht mehr vor, und der Landwirth baut deshalb auf diesen andere Pflanzen an, die wie die Futter- und Wurzelgewächse mit ihren weitverzweigten tiefgehenden Wurzeln nach allen Richtungen hin den Boden durchwühlen, deren mächtige Wurzeloberflächen den Boden aufschließen, und die Bestandtheile sich aneignen, welche das Halmgewächs zur Samenbildung bedarf. In den Wurzelrückständen dieser Pflanzen, in den Bestandtheilen des Krauts, der Wurzeln und der Knollen, welche der Landwirth den obersten Schichten der Ackerkrume in der Form von Mist zuführt, hat er die zu einem oder mehreren vollen Erträgen mangelnden Kornbestandtheile ergänzt und concentrirt; was davon unten und überall war, ist jetzt oben. Der Klee und die Futtergewächse waren nicht die Erzeuger der Bedingungen der höheren Kornerträge, so wenig wie die Lumpensammler die Erzeuger der Bedingungen für die Papierfabrikation sind, sondern einfach die Sammler derselben.

Aus den vorhergehenden Auseinandersetzungen ergiebt sich, daß die Culiur der Gewächse den fruchtbaren Boden erschöpft und unfruchtbar macht; in den Früchten seiner Felder, welche zur Ernährung der Menschen und Thiere dienen, führt der Landwirth einen Theil seines Bodens, und zwar die zu ihrer Erzeugung dienenden wirksamen Bestandtheile desselben aus; fortwährend nimmt die Fruchtbarkeit seiner Felder ab, ganz gleichgültig, welche Pflanzen er baut, und in welcher Ordnung er sie baut. Die Ausfuhr seiner Früchte ist nichts Anderes, als eine Beraubung seines Bodens an den Bedingungen ihrer Wiedererzeugung.

Ein Feld ist nicht erschöpft für Korn, für Klee, für Taback, für Rüben, so lange es noch lohnende Ernten ohne Wiederersatz der entzogenen Bodenbestandtheile liefert; es ist erschöpft von dem Zeitpunkte an, wo ihm die fehlenden Bedingungen seiner Fruchtbarkeit durch die Hand des Menschen wiedergegeben werden müssen. Die große Mehrzahl aller unserer Culturfelder ist in diesem Sinne erschöpft.

Das Leben der Menschen, Thiere und Pflanzen ist auf das engste geknüpft an die Wiederkehr aller Bedingungen, welche den Lebensproceß vermitteln. Der Boden nimmt durch seine Bestandtheile Theil an dem Leben der Gewächse, eine dauernde Fruchtbarkeit ist undenkbar und unmöglich, wenn die Bedingungen nicht wiederkehren, die ihn fruchtbar gemacht haben.

Der mächtigste Strom, welcher Tausende von Mühlen und Maschinen in Bewegung setzt, versiegt, wenn die Flüsse und Bäche versiegen, die ihm das Wasser zuführen, und die Flüsse und Bäche versiegen, wenn die vielen kleinen Tropfen, woraus sie bestehen, in dem Regen an die Orte nicht wieder zurückkehren, von denen aus ihre Quellen entspringen.

Ein Feld, welches durch eine Aufeinanderfolge von Culturen verschiedener Gewächse seine Fruchtbarkeit verloren hat, empfängt

das Vermögen, eine neue Reihe von Ernten derselben Gewächse zu liefern, durch Düngung mit Mist.

Was ist der Mist, und woher stammt der Mist? Aller Mist stammt von den Feldern des Landwirths; er besteht aus dem Stroh, welches als Streu gedient hat, aus Pflanzenresten und aus den flüssigen und festen Excrementen der Thiere und Menschen. Die Excremente stammen von der Nahrung.

In dem Brote, welches der Mensch täglich genießt, verzehrt er die Aschenbestandtheile der Getreidesamen, deren Mehl zur Bereitung des Brotes gedient hat, in dem Fleische die Aschenbestandtheile des Fleisches.

Das Fleisch der pflanzenfressenden Thiere, sowie dessen Aschenbestandtheile stammen von den Pflanzen ab, sie sind identisch mit den Aschenbestandtheilen der Samen der Leguminosen, so daß ein ganzes Thier zu Asche verbrannt, eine Asche hinterläßt, die von der Asche von Bohnen, Linsen und Erbsen nicht sehr viel abweicht.

In dem Brote und Fleische verzehrt mithin der Mensch die Aschenbestandtheile von Samen, oder von Samenbestandtheilen, welche der Landwirth in Form von Fleisch seinen Feldern abgewinnt.

Von der großen Menge aller Mineralsubstanzen, welche der Mensch während seines Lebens in seiner Nahrung aufnimmt, bleibt in seinem Körper nur ein sehr kleiner Bruchtheil zurück. Der Körper eines erwachsenen Menschen nimmt von Tage zu Tage am Gewicht nicht zu, woraus sich von selbst ergiebt, daß alle Bestandtheile seiner Nahrung vollständig wieder aus seinem Körper ausgetreten sind.

Die chemische Analyse weist nach, daß die Aschenbestandtheile des Brotes und Fleisches in seinen Excrementen sehr nahe in eben der Menge wie in der Nahrung enthalten sind; die

Nahrung verhielt sich in seinem Leibe, wie wenn sie in einem Ofen verbrannt worden wäre.

Der Harn enthält die im Wasser löslichen, die Fäces die unlöslichen Aschenbestandtheile der Nahrung; die stinkenden Bestandtheile sind der Rauch und Ruß einer unvollkommenen Verbrennung; außer diesen sind unverdaute oder unverdauliche Nahrungsreste beigemengt.

Die Excremente des mit Kartoffeln gefütterten Schweines enthalten die Aschenbestandtheile der Kartoffeln, die des Pferdes die Aschenbestandtheile des Heues und Hafers, die des Rindviehs die Asche der Rüben, des Klees ꝛc., die zu ihrer Ernährung gedient haben. Der Stallmist besteht aus einem Gemenge aller dieser Excremente zusammen.

Durch den Stallmist kann die Fruchtbarkeit eines durch die Cultur erschöpften Feldes vollkommen wieder hergestellt werden; dies ist eine durch die Erfahrung von Jahrtausenden vollkommen festgestellte Thatsache.

In dem Stallmist empfängt das Feld eine gewisse Quantität von organischen, d. h. verbrennlichen Stoffen und Aschenbestandtheilen der verzehrten Nahrung. Es ist jetzt die Frage zu erörtern, welchen Antheil die verbrennlichen und unverbrennlichen Bestandtheile des Mistes an dieser Wiederherstellung der Fruchtbarkeit hatten.

Die oberflächlichste Betrachtung eines Culturfeldes giebt zu erkennen, daß alle verbrennlichen Bestandtheile der Gewächse, welche auf dem Felde geerntet werden, aus der Luft und nicht vom Boden stammen.

Wenn der Kohlenstoff nur eines Theils der geernteten Pflanzenmasse von dem Boden geliefert würde, so ist es klar, daß wenn er eine gewisse Summe vor der Ernte davon enthält, diese Summe nach jeder Ernte kleiner werden müßte. Ein an organischen

Stoffen armer Boden müßte minder fruchtbar sein als ein daran reicher.

Die Beobachtung zeigt, daß ein in Cultur gehaltener Boden in Folge der Culturen nicht ärmer an organischen oder verbrennlichen Stoffen wird. Der Boden einer Wiese, von welcher man per Hectare in 10 Jahren tausend Centner Heu gewonnen hat, ist nach diesen 10 Jahren an organischen Stoffen nicht ärmer, sondern reicher wie zuvor. Ein Kleefeld behält nach der Ernte in den Wurzeln, die dem Felde verbleiben, mehr organische Stoffe, mehr Stickstoff als es ursprünglich enthielt; nach einer Reihe von Jahren ist es aber unfruchtbar für den Klee geworden, es liefert keine lohnende Ernte mehr.

Ein Weizenfeld, ein Kartoffelfeld ist nach der Ernte nicht ärmer an organischen Stoffen als vorher. Im Allgemeinen bereichert die Cultur den Boden an verbrennlichen Bestandtheilen, aber seine Fruchtbarkeit nimmt dennoch stetig ab; nach einer Reihe von aufeinanderfolgenden lohnenden Ernten von Korn, Rüben und Klee gedeihen das Korn, die Rüben, der Klee auf demselben Felde nicht mehr.

Da nun das Vorhandensein von verwesbaren organischen Stoffen im Boden dessen Erschöpfung durch Culturen nicht im mindesten aufhält oder aufhebt, so kann durch eine Vermehrung dieser Stoffe die verlorene Ertragsfähigkeit unmöglich wieder hergestellt werden. In der That gelingt es nicht, einem völlig erschöpften Felde durch Einverleibung von ausgekochten Sägespänen oder von Ammoniaksalzen, oder durch beide zusammen die Fähigkeit wiederzugeben, dieselbe Reihe von Ernten zum zweiten- und drittenmal zu liefern. Wenn diese Stoffe die physikalische Beschaffenheit des Bodens verbessern, so üben sie einen günstigen Einfluß auf die Erträge aus; allein ihre Wirkung ist

zuletzt immer die, daß sie die Erschöpfung der Felder beschleunigen und vollständiger machen.

Der Stallmist stellt aber die Fähigkeit des Feldes, dieselben Reihen von Ernten zum zweiten, dritten und hundertsten Male zu liefern, auf das vollständigste wieder her; der Stallmist hebt den Zustand der Erschöpfung des Feldes je nach seiner Quantität völlig auf, seine Zufuhr macht das Feld fruchtbarer, in vielen Fällen mehr als es gewesen ist.

Von den beigemengten verbrennlichen Stoffen (von Ammoniaksalzen und der Substanz verwesender Sägespäne) kann die Wiederherstellung der Fruchtbarkeit durch den Stallmist nicht bedingt gewesen sein; wenn diese eine günstige Wirkung hatten, so war sie untergeordneter Natur. Die Wirkung des Stallmistes beruht ganz unzweifelhaft auf seinem Gehalt an den unverbrennlichen Aschenbestandtheilen der Gewächse, die er enthält, und wird durch diese bedingt.

In dem Stallmist empfing das Feld in der That eine gewisse Menge von allen den Bodenbestandtheilen wieder, welche dem Felde in den darauf geernteten Früchten entzogen worden waren; die Abnahme der Fruchtbarkeit des Feldes stand im Verhältniß zu der Beraubung, die Wiederherstellung der Fruchtbarkeit sehen wir im Verhältniß stehen zu dem Ersatz an diesen Bodenbestandtheilen.

Die unverbrennlichen Elemente der Culturgewächse kehren nicht von selbst auf die Felder zurück, wie die verbrennlichen in das Luftmeer, aus dem sie stammen; durch die Hand des Menschen allein kehren die Bedingungen des Lebens der Gewächse auf die Felder zurück; in dem Stallmist, in dem sie enthalten sind, stellt der Landwirth naturgesetzlich die verlorene Ertragsfähigkeit wieder her.

Die Stallmistwirthschaft.

Die allgemeinen Auseinandersetzungen in dem vorhergehenden Abschnitte über das Verhalten des Bodens zu den Pflanzen und der Pflanzen zu dem Boden, sowie über den Ursprung und die Natur des Stallmistes werden, wie ich hoffe, den Leser in den Stand setzen, in eine genaue Untersuchung aller derjenigen Erscheinungen einzugehen, welche der praktische Betrieb in der Stallmistwirthschaft darbietet; es ist zu erörtern: in welcher Weise der Stallmist die Erträge eines Feldes steigert, auf welchen Bestandtheilen des Mistes seine Wirkung beruht, welche Quantität von Stallmist auf einem Felde gewonnen werden kann und in welchen Zustand das Feld nach einer Reihe von Jahren durch die Stallmistwirthschaft versetzt wird.

Von dieser Untersuchung sind selbstverständlich ausgeschlossen alle Wirkungen des Stallmistes, die sich durch Maaß und Zahl nicht bestimmen lassen; dahin gehören sein Einfluß auf die Lockerheit oder den Zusammenhang des Bodens und seine erwärmende Wirkung durch die Wärmeentwicklung seiner im Boden verwesenden Bestandtheile.

Die Thatsachen, auf welche sich diese Untersuchung erstreckt, sind aus der Praxis selbst genommen und meine Wahl ist mir wesentlich erleichtert worden durch die umfassende Reihe von Versuchen, welche auf Veranlassung des Generalsecretärs der landwirthschaftlichen Vereine im Königreiche Sachsen, Dr. Reuning, im Jahre 1851 von einer Anzahl sächsischer Landwirthe in der Absicht angestellt wurden: »unter den verschiedensten Verhältnissen die Wirkung sog. künstlicher Düngmittel, zum Behufe ihrer weiteren Verbreitung festzustellen;« sie wurden bis zum Jahr 1854 fortgesetzt und jede Versuchsreihe umfaßte einen Umlauf von Roggen — Kartoffeln — Hafer — Klee; die Landwirthe wurden ersucht, Knochenmehl, Repskuchenmehl, Guano und Stallmist auf je einen sächsischen Acker vergleichend mit einer ungedüngten Fläche von derselben Größe anzuwenden und die Erträge durch die Wage zu bestimmen.

Unter allen Versuchen ähnlicher Art, die seit Jahrhunderten angestellt worden sind, besitzen diese Versuche, von denen ausdrücklich gesagt ist, »daß sie ohne directen wissenschaftlichen Zweck« unternommen worden sind, den höchsten wissenschaftlichen Werth nicht nur wegen ihres Umfanges, sondern weil durch sie eine Reihe von Thatsachen unzweifelhaft festgestellt sind, die als Grundlagen für wissenschafliche Schlüsse für alle Zeiten ihre Geltung behalten, und es ist die Wissenschaft dem trefflichen Manne, der diese Versuche veranlaßt hat, und den wackern Männern, die sich dieser Aufgabe so bereitwillig unterzogen haben, den größten Dank schuldig, und nur zu bedauern, daß nicht bei allen die vorgeschlagenen Versuche auf ungedüngten Feldern zur Ausführung kamen.

Es liegt auf der Hand, daß sich die Wirkung, welche die Stallmistdüngung auf ein Feld hat, nur dann beurtheilen läßt, wenn man vorher weiß, welche Erträge das Feld ohne alle

Düngung liefert, und wir betrachten hier zuvörderst die Erträge, welche fünf Acker Feld an fünf verschiedenen Orten des Königreichs Sachsen in dem erwähnten Umlauf von vier Jahren hervorgebracht haben.

Ungedüngt:

Vorfrucht	? Cunnersdorf	Gemenge Mäusegast	Weißklee Kötitz	Rothklee Oberbobritzsch	Gras Oberschöna
1851 Roggen					
Korn. . . .	1176 Pfd.	2238 Pfd.	1264 Pfd.	1453 Pfd.	708 Pfd.
Stroh	2951 „	4582 „	3013 „	3015 „	1524 „
1852 Kartoffel	16667 „	16896 „	18577 „	9751 „	11095 „
1853 Hafer					
Korn. . . .	2019 „	1289 „	1339 „	1528 „	1082 „
Stroh	2563 „	1840 „	1357 „	1812 „	1714 „
1854 Kleeheu	9144 „	5583 „	1095 „	911 „	0

An diese Resultate knüpfen sich folgende Betrachtungen:

Unter *ungedüngten* Feldern sind in den obigen Versuchen Felder in dem Zustande verstanden, in welchen sie am Ende einer Rotation durch eine Reihe aufeinanderfolgender Ernten versetzt worden waren.

Am Anfange dieser Rotation waren diese Felder gedüngt worden und würden, auf's Neue gedüngt, ähnliche Erträge wie vorher wieder hervorgebracht haben. An ihren Erträgen im gedüngten Zustande haben die Bestandtheile des Bodens

und die des Düngers einen bestimmten Antheil gehabt; ungedüngt würde der Ertrag kleiner ausgefallen sein; wenn man nun den Mehrertrag im Verlaufe der Rotation dem zugeführten Stallmiste zuschreibt und annimmt, daß in den Ernten die Stallmist-Bestandtheile wieder hinweggenommen worden seien, was nicht in allen Fällen richtig ist, so befindet sich das Feld am Ende der Rotation in dem Zustande, den es am Anfang derselben, ehe es gedüngt worden ist, besaß. Man kann hiernach ohne einen großen Fehler zu begehen annehmen, daß die Erträge, die ein Stück Feld in einer neuen Rotation, ohne Düngung, an verschiedenen Feldfrüchten liefert, im Verhältnisse stehen werden zu seinem Gehalte an assimilirbaren Nährstoffen in seinem natürlichen Zustande, und es lassen sich hiernach aus den ungleichen Erträgen, welche zwei Felder in einem solchen Zustande liefern, rückwärts mit annähernder Sicherheit gewisse Ungleichförmigkeiten in dem Gehalte oder der Beschaffenheit der Felder erschließen.

Schlüsse dieser Art sind allerdings nur in sehr engen Grenzen zulässig, denn wenn man zwei Felder, die in derselben oder verschiedener Gegend liegen, in dieser Weise miteinander vergleichen will, so wirken bei jedem verschiedene Factoren auf die Erträge ein, die sie ungleich machen, auch bei sonst identischer Bodenbeschaffenheit.

Wenn z. B. zwei Felder mit einer und derselben Halmpflanze im ungedüngten Zustande bestellt werden, so ist es für die Erträge an Korn und Stroh nicht gleichgültig, welche Frucht dem Halmgewächs vorangegangen ist; wenn die Vorfrucht (d. h. die letzte in der vorhergegangenen Rotation) bei dem einen Felde Klee, bei dem andern Hafer war, so fallen die Erträge verschieden aus, auch wenn die Bodenbeschaffenheit ursprünglich identisch war, und sie sind alsdann nur als Merkzeichen des Zu-

standes anzusehen, in welchen das Feld durch die Vorfrucht versetzt worden ist.

Der nördliche oder südliche Hang in hügeligen Gegenden macht bei einer solchen Vergleichung zweier Felder einen Unterschied, ebenso die Höhe über dem Meere, von welcher die Regenmenge eines Ortes abhängt. Ein Regenfall, den zu einer günstigen Zeit ein Feld mehr als das andere empfängt, ändert ebenfalls bei gleicher Bodenbeschaffenheit den Ernteertrag.

Man hat zuletzt bei Beurtheilung des Zustandes und der Beschaffenheit eines Feldes in der angedeuteten Weise die Witterung im Vorjahre zu berücksichtigen.

Der Ertrag, den ein Feld in einem Jahre liefert, ist immer der Maximalertrag, den es unter den gegebenen Verhältnissen liefern konnte, unter günstigeren äußeren, d. h. Witterungs-Verhältnissen, würde das Feld einen höheren, unter ungünstigeren einen geringeren Ertrag, immer entsprechend seiner Bodenbeschaffenheit geliefert haben.

Durch günstige Witterung bedingte höhere Ernten verliert das Feld verhältnißmäßig mehr Nährstoffe und spätere Ernten fallen um etwas niedriger aus; sowie denn sogenannte unfruchtbare Jahre auf die darauffolgenden wie etwa Brachjahre in halber Düngung wirken, d. h. die späteren Ernten fallen auch unter gewöhnlichen Witterungsverhältnissen nach schlechten Jahren günstiger aus.

In Beziehung auf den Stroh- und Korn-Ertrag hat man bei einem Halmgewächs in Betracht zu ziehen, daß dauernde Nässe und anhaltende Dürre das relative Verhältniß beider ändert. Dauernde Nässe und eine hohe Temperatur begünstigen die Blatt-, Halm- und Wurzelbildung, und indem die Pflanze nicht aufhört zu wachsen, werden die zur Samenbil-

dung sonst verwendbaren und vorräthigen Stoffe zur Bildung neuer Sprossen verbraucht und es vermindert sich die Samenernte.

Anhaltende Dürre vor oder während der Sproßzeit bringt die entgegengesetzte Erscheinung hervor; der in der Wurzel angesammelte Vorrath von Bildungsstoffen wird jetzt in weit größerem Verhältnisse zur Samenbildung verbraucht, das Verhältniß des Strohs zum Korn wird kleiner als es unter gewöhnlichen Witterungsverhältnissen sein würde.

Wenn alle diese Verhältnisse berücksichtigt werden, so bleiben bei der Betrachtung der Erträge der ungedüngten Felder in den sächsischen Versuchen nur einige ganz allgemeine Gesichtspunkte übrig, auf die hier allein näher eingegangen werden kann.

Ein Blick auf die Zahlen-Tabelle läßt erkennen, daß ein jedes Feld ein ihm eigenes Ertragsvermögen besitzt und daß keines gleichviel Roggenkorn und Stroh, oder ebensoviel Kartoffeln oder Haferkorn und Stroh, oder Klee hervorgebracht hat als das andere.

Vergleicht man die unzähligen in den letzten Jahren angestellten Düngungsversuche, bei denen die Erträge, welche ungedüngte Stücke geliefert haben, gleichzeitig berücksichtigt wurden, so sieht man, daß diese Wahrheit eine ganz allgemeine und ausnahmslose ist; kein Feld ist in seinem Ertragsvermögen einem andern gleich, ja es gibt nicht zwei Stellen in einem und demselben Felde, welche in dieser Beziehung einander identisch sind, man darf nur ein Rübenfeld betrachten, um sogleich wahrzunehmen, daß eine jede Rübe verschieden in Größe und Gewicht selbst von derjenigen ist, die in ihrer nächsten Nähe wächst. Diese Thatsache ist so allgemein bekannt und anerkannt, daß in allen Ländern, in welchen der Grund und

Boden besteuert ist, die Höhe der Steuer nach der sogenannten Bonität, in manchen Ländern in acht, in anderen in zwölf oder sechszehn Abstufungen bemessen wird.

Da das Ertragsvermögen aller Felder ungleich ist und jedes Feld die Bedingungen der Erträge nothwendig enthalten muß, welche es an irgend einer Feldfrucht liefert, so sagt also diese Thatsache, daß die Bedingungen zur Erzeugung von Korn und Stroh, oder von Rüben und Kartoffeln, oder von Klee oder irgend einem anderen Gewächs in allen Feldern ungleich sind; in dem einen sind die Bedingungen für die Stroherzeugung vorherrschend über die der Kornerzeugung, ein anderes enthält mehr Bedingungen für das Wachsthum der Kleepflanzen 2c.

Diese Bedingungen sind ihrer Natur nach in Quantität und Qualität verschieden. Unter Bedingungen, die wägbar und meßbar sind, können natürlich hier nur Nährstoffe gemeint sein.

In Beziehung auf die Menge der Nährstoffe in einem Felde geben die Erträge eines Feldes keinen Aufschluß. Man kann also daraus, daß das Feld in Mäusegast doppelt so viel Korn und 1/3 mehr Stroh lieferte, als das in Cunnersdorf, nicht schließen, daß es im Ganzen in eben dem Verhältnisse reicher gewesen sei an den Bedingungen der Korn- und Stroherzeugung, denn das Cunnersdorfer Feld lieferte zwei Jahre nachher immer ohne Düngung die Hälfte mehr Haferkorn und Stroh als das zu Mäusegast und im vierten Jahre über 60 Procent mehr Klee. Der Klee hat aber einige der wichtigsten Nährstoffe des Korns ebenso nothwendig wie das Korn und die Nährstoffe der Haferpflanze sind identisch mit denen des Roggens.

Der höhere Ertrag, den ein Feld an irgend einem Culturgewächs über ein anderes liefert, zeigt nur an, daß die Wur-

zeln desselben auf ihrem Wege abwärts an gewissen Orten in dem einen Boden mehr Theile von der Summe der Nährstoffe, die darin enthalten waren, im aufnahmsfähigen Zustande angetroffen und aufgenommen haben als in dem andern und nicht, daß die Summe im Ganzen größer war als in dem andern; denn dieses andere hätte möglicher Weise sehr viel mehr — der Summe nach — an Nährstoffen enthalten können, aber nicht in dem Zustande, in welchem sie erreichbar oder aufnahmsfähig für die Wurzeln der Pflanzen waren.

Hohe Erträge sind ganz sichere Merkzeichen des aufnahmsfähigen Zustandes der Nährstoffe durch die Wurzeln und ihrer Zugänglichkeit im Boden, und nur an der Dauer der hohen Erträge läßt sich der Gehalt oder die Menge der Nährstoffe im Boden erkennen.

Die hohen Erträge, welche ein Feld vor einem andern liefert, werden dadurch bedingt, daß die Theile der Nährstoffe in dem einen Felde näher bei einander liegen, als in dem anderen; sie sind abhängig von der Dichtheit der Nährstoffe. Was hierunter zu verstehen ist, dürfte vielleicht die folgende Tafel versinnlichen.

Cunnersdorf. Mäusegast. Kötitz. Oberbobritzsch. Oberschöna.

Fig. I. 1851. Winterroggen.

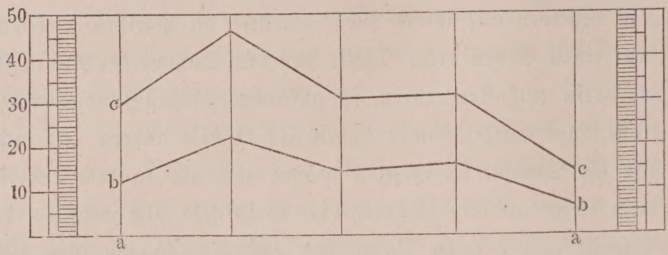


Fig. II. 1852. Kartoffeln.

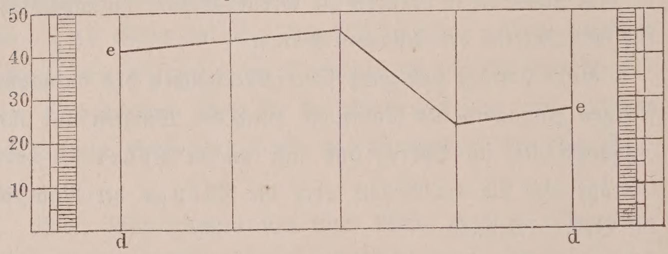


Fig. III. 1853. Hafer.

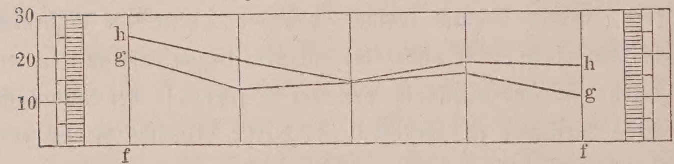
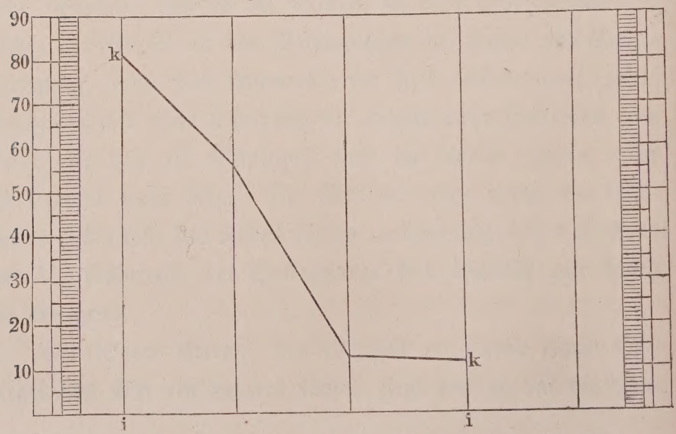


Fig. IV. 1854. Klee.



Cunnersdorf. Mäusegast. Kötitz. Oberbobritzsch. Oberschöna.

In der mit I. bezeichneten Figur stellen die senkrechten Linien a b den Korn-, a c den Strohertrag, in der Figur II. die Linien d e den Kartoffelertrag, in III. die Linien f g den Haferkorn-, f h den Haferstroh-Ertrag, in IV. die Linien i k den Kleeertrag auf den ungedüngten Stücken in den sächsischen Versuchen dar.

Wenn wir uns nun denken, daß die Wurzeln der Roggen- und der anderen Pflanzen auf den verschiedenen Feldern die nämliche Länge und Beschaffenheit hatten, so ist es sicher, daß die Wurzeln der Kornpflanzen auf dem Felde in Mäusegast auf ihrem Wege abwärts in der Erde sehr viel mehr Nährstoffe antrafen, als in Cunnersdorf; die Kornlinie in Mäusegast ist doppelt so hoch, die Strohlinie 1/3 höher als die in Cunnersdorf.

Bei einer gleichen Anzahl von Pflanzen und gleicher Wurzellänge lagen gewisse Nährstoffe für das Korn in dem Boden zu Mäusegast doppelt so nahe bei einander als in Cunnersdorf. Die Linie, welche den Kleeertrag, Fig. IV., in Cunnersdorf ausdrückt, ist zehnmal so hoch als in Oberbobritzsch, dies will sagen, daß die Nährstoffe für den Klee in dem Felde zu Oberbobritzsch zehnmal soweit auseinander lagen als in Cunnersdorf.

Bei der Vergleichung der Erträge mehrerer Felder wird sich die Dichtheit der Nährstoffe im Boden umgekehrt verhalten, wie die Höhe der Linien, welche die Erträge auf der Figuren-Tafel bezeichnen.

Je höher die Linien sind, desto näher, und je kürzer, desto weiter sind die Nährstoffe in verschiedenen Bodensorten auseinanderliegend.

Die Linien, welche den Kartoffelertrag in Kötitz und Oberbobritzsch bezeichnen, verhalten sich z. B. wie 18 : 9, der Kartoffelertrag war in Kötitz doppelt so hoch als in Oberbobritzsch,

hieraus folgt, daß die Entfernung der Nährstoffe sich in beiden Feldern umgekehrt verhält, nämlich wie 9 : 18; in dem zu Kötitz waren sie doppelt so nahe, wie in dem andern.

Diese Betrachtungsweise ist geeignet, in manchen Fällen für den Grund der Erschöpfung eines Feldes bestimmtere Ansichten zu gewinnen.

Durch die Korn- und Kartoffelernte wurde z. B. der Ackerkrume in Mäusegast Phosphorsäure und Stickstoff genommen und die darauf folgende Gerstenpflanze, die ebenfalls aus der Ackerkrume ihre Nahrung zieht, fand im dritten Jahre sehr viel weniger davon vor als die Roggenpflanze, die ihr auf dem Felde vorausging.

Die Höhe der Linien a b (Fig. I) und f g (Fig. III) umgekehrt genommen zeigen, um wieviel relativ die Entfernung der Theilchen der Nährstoffe für die Gerstenpflanze größer geworden ist. Das Gerstenkorn bedarf zu seiner Bildung die nämlichen Nährstoffe wie das Roggenkorn, und da der Ertrag an Roggenkorn sich zu dem an Gerstenkorn wie 22 : 12 verhielt, so heißt dies also umgekehrt genommen, daß die Entfernung der Nährstoffe für das Gerstenkorn von 12 auf 22 zugenommen hatte.

Im dritten Jahre fand die Gersten-Wurzel auf dieselbe Länge beinahe nur halb soviel Nährstoffe für das Korn als die Roggenpflanze vor.

Diese Auseinandersetzung hat nicht den Zweck, ein Maaß anzugeben, um damit die Entfernung der aufnahmsfähigen Theilchen der Nährstoffe in der Erde zu messen, sondern um den Begriff der Erschöpfung der Felder genauer zu bestimmen. Der Landwirth, welcher eine klare Vorstellung davon hat, worauf die Abnahme der Ernten durch eine Reihe von aufeinanderfolgenden Culturen beruht, wird um so leichter dadurch in den

Stand gesetzt, die rechten Wege und Mittel aufzufinden und in Anwendung zu bringen, um das Feld wieder ebenso ertragbar als vorher zu machen und dessen Fruchtbarkeit wo möglich noch zu steigern.

Nach der allgemeinen Verschiedenheit aller Erträge fällt in den sächsischen Versuchen ferner in die Augen die Ungleichheit in dem Verhältnisse des Korn- und Strohertrags.

Auf 10 Gewichts-Theile Korn erntete man in Cunnersdorf 25 Gew.-Th. Stroh, in Kötitz 23 Gew.-Th., in Oberschöna nur 21 und in Mäusegast nur 20 Gew.-Th. Stroh.

Die nähere Betrachtung ergibt, daß der Unterschied vorzüglich in dem Kornertrage lag.

Die Felder zu	Cunnersdorf —	Kötitz —	Oberbobritzsch
lieferten	2951 Pfd.	3013 Pfd.	3015 Pfd. Stroh,

also bis auf wenige Pfunde einerlei Menge Stroh, und zu der nämlichen Strohmenge verhielt sich die Samenmenge in

Cunnersdorf	—	Kötitz	—	Oberbobritzsch
wie 11	:	12	:	14

Wenn man versucht, sich klar zu machen, auf was der ungleiche Samenertrag beruhte, so ergibt sich damit auch zugleich der Grund der Abweichungen in dessen Verhältniß zur Strohmenge.

Man muß sich hier daran erinnern, daß, was man Stroh nennt, nämlich die Blätter, Halme und Wurzeln, aus dem Mehlkörper der Getreidesamen, d. h. aus Samenbestandtheilen entstehen, ferner, daß diese Organe die Werkzeuge sind zur Wiedererzeugung der Samenbestandtheile.

Die Stroherzeugung geht immer der Samenbildung voran und was von den Samenbestandtheilen zur Herstellung der Werkzeuge dient, kann nicht zu Samen werden, oder je mehr Samenbestandtheile zu Strohbestandtheilen in der gegebenen

Wachsthumszeit geworden sind, desto weniger bleibt davon zur Samenbildung bei ihrem Abschluß zurück. (Siehe Seite 51.)

Vor der Blüthe sind alle Samenbestandtheile Bestandtheile des Strohs, nach der Blüthe tritt eine Theilung ein. Die Menge des Strohs hängt demnach ab, bei sonst gleichgünstigen Boden- und Witterungs-Verhältnissen, von der Menge der zur Stroherzeugung nöthigen Samenbestandtheile.

Die Menge der Samen hängt ab von dem in der ganzen Pflanze vorhandenen Reste, der zur Vermehrung und Vergrößerung der Blätter, Halme und Wurzeln nicht weiter in Anspruch genommenen Samenbestandtheile.

Wenn wir denjenigen Theil der Kornbestandtheile, welche zu Samen werden können, mit K, den andern Bruchtheil der nämlichen Stoffe, die im Stroh als Bestandtheile bleiben, mit α K und den Rest von Bodenbestandtheilen, den das Stroh mehr enthält, mit St bezeichnen, mithin:

K = (Phosphorsäure, Stickstoff, Kali, Kalk, Bittererde, Eisen),

α K = ein Bruchtheil von K,

St = (Kieselsäure, Kali, Kalk, Bittererde, Eisen),

so lassen sich die Nährstoffe, welche die Pflanze aus dem Boden aufgenommen hat, in folgender Weise darstellen:

$$(K + \alpha K, St.)$$

Dieser Ausdruck sagt mithin, daß die Wurzeln der Halmpflanze von den Erdtheilen, mit welchen sie in Berührung sind, ein gewisses Verhältniß von Nährstoffen zur Erzeugung von Blättern, Wurzeln und Halmen, dann einen Ueberschuß von einer Anzahl von eben diesen Bestandtheilen zur Erzeugung von Korn empfangen haben muß. Die Gesammternte ist, wie sich von selbst versteht, abhängig von der Summe der K- und St-Bestandtheile, welche der Boden während der normalen Wachsthumszeit abzugeben vermag.

Das Verhältniß zwischen Korn und Stroh ist die Folge einer Theilung der K- und St-Bestandtheile in der Pflanze selbst und wird bedingt durch das relative Verhältniß der K- und St-Bestandtheile im Boden und durch den Einfluß äußerer auf die Stroh- oder Kornerzeugung wirkender Ursachen.

Wenn die Menge K im Boden sich vermindert, so muß der Samenertrag abnehmen, aber nur in gewissen Fällen wird dies auf den Strohertrag einen Einfluß haben.

Wenn die Menge von St-Bestandtheilen in einem Felde vermehrt wird, so muß mit der Zunahme der Bedingungen der Blatt-, Halm- und Wurzelbildung der Samenertrag beeinträchtigt werden, wenn die zur vermehrten Strohbildung nöthige Menge von α K von der vorhandenen Menge K genommen wird.

Und von zwei Feldern, von denen das eine ärmer an K-Bestandtheilen, aber reicher an St-Bestandtheilen als das andere ist, kann das Erstere dennoch die nämliche, vielleicht auch eine noch größere Strohmenge liefern, aber der Samenertrag muß bei diesem kleiner ausfallen.

Eine ähnliche Steigerung des Strohs auf Kosten des Kornertrages tritt dann ein, wenn die äußeren Witterungs-Verhältnisse der Blatt-, Halm- und Wurzelbildung günstiger als der Samenbildung sind. Die Wachsthumszeit wird dadurch verlängert und die Pflanze nimmt alsdann mehr von den in der Regel überschüssigen St-Bestandtheilen auf, zu deren Assimilation dann eine gewisse Menge mehr der sonst Samen bildenden K-Bestandtheile verbraucht werden.

Bezeichnen wir mit st, was der Boden unter diesen Verhältnissen mehr an St-Bestandtheile abgibt, und mit α k, was von K mehr zu Strohbestandtheilen wird, so stellt sich die Aenderung in dem Ertrage in folgender Weise dar:

Korn Stroh

$$(K - \alpha\, k) + (\alpha\, K,\ St + \alpha\, k,\ st),$$

d. h. der Strohertrag vermehrt sich und der Kornertrag nimmt ab. Es ist ferner klar, daß, wenn in einem Felde mit einem Ueberschuß von St-Bestandtheilen die Menge von K-Bestandtheilen vermehrt wird, so wird bei einem ungenügenden Verhältnisse von K zunächst die Strohmenge, bei mehr K der Stroh- und Kornertrag steigern.

Da die Bestandtheile von K bis auf Stickstoff und Phosphorsäure gleichfalls St-Bestandtheile sind, so wird also diese Zunahme der Ernte in dem zu betrachtenden Felde statthaben entweder durch Zufuhr von Phosphorsäure oder von Stickstoff, oder durch die gleichzeitige Zufuhr beider Stoffe.

Wenn hiedurch die Dichtheit der im Boden vorhandenen K-Theilchen oder von Phosphorsäure und Ammoniak-Theilchen verdoppelt ist, so kann die Ernte durch Zufuhr von K in den günstigsten Verhältnissen die doppelte sein.

Fehlt es hingegen im Boden an St-Bestandtheilen, so wird die Vermehrung von Stickstoff oder Phosphorsäure ohne irgend einen Einfluß auf den Ertrag sein.

Es folgt hieraus von selbst, daß der absolute oder relative Strohertrag, den ein Feld in einer Kornernte geliefert hat, keinen Schluß rückwärts auf die Quantität von St-Bestandtheilen im Boden gestattet, weil bei zwei an diesen Bestandtheilen gleich reichen Feldern der Strohertrag abhängig ist von der Menge der K-Bestandtheile in diesen Feldern, das an K reichere Feld wird unter gleichen Verhältnissen einen größeren Strohertrag geben.

Man kann demnach aus dem gleichen Strohertrag, den die Felder in Cunnersdorf und Oberbobritzsch lieferten, nicht schließen, daß die Mengen an St-Bestandtheilen in diesen Fel-

dern gleich gewesen sind, weil, wie die Kornerträge zeigen, die Mengen von K ungleich waren. Die Ernten verhalten sich

in Cunnersdorf wie (11) K : (29) α K, St,
" Kötitz " (12) K : (30) α K, St,
" Oberbobritzsch " (14) K : (30) α K, St.

Da, wie früher bemerkt, die Bestandtheile, die wir unter dem Symbol K und St zusammengefaßt haben, sich nur dadurch von einander unterscheiden, daß in K Stickstoff und Phosphorsäure einbegriffen und die anderen Bestandtheile von K ebenfalls St-Bestandtheile sind, so beruht der Unterschied in den Kornerträgen dieser drei Felder wesentlich darauf, daß die Wurzeln der Kornpflanzen in dem Boden zu Kötitz $^1/_{11}$, die zu Oberbobritzsch $^3/_{11}$ mehr Phosphorsäure und Stickstoff im aufnahmsfähigen Zustande vorfanden und aufnahmen als in Cunnersdorf.

Wenn man sich die Frage stellt, wie viel Phosphorsäure und Stickstoff man dem Felde in Cunnersdorf zuführen müßte, um den Kornertrag auf gleiche Höhe mit dem zu Oberbobritzsch zu bringen, so ist es nichts weniger als sicher, daß die Vermehrung um $^3/_{11}$ hiezu genüge; denn die Zunahme des Kornertrags wird wesentlich beeinflußt durch die Bestandtheile St, deren Menge in verschiedenen Bodensorten sehr ungleich und nicht bekannt ist.

Durch die Zufuhr von Stickstoff und Phosphorsäure werden von den vorräthigen St-Bestandtheilen eine gewisse Menge wirksam oder aufnahmsfähig gemacht, die es vorher nicht waren; indem der Strohertrag steigt, bleiben nicht $^3/_{11}$ Stickstoff und Phosphorsäure zur Samenbildung übrig, sondern weniger; das wieviel wird durch die Summe der übergegangenen St-Bestandtheile begrenzt.

Durch die Ermittelung des relativen Verhältnisses des

auf dem mit Phosphorsäure und Stickstoff gedüngten und auf dem ungedüngten Stücke geernteten Korns und Strohs läßt sich übrigens leicht die Dichtheit der in verschiedenen Bodensorten vorräthigen St-Bestandtheile annähernd beurtheilen.

Wenn das ungedüngte Stück Korn und Stroh im Verhältnisse wie 1 : 2,5 und das gedüngte einen Mehrertrag gibt, in welchem sich Korn und Stroh wie 1 : 4, also ein größeres Verhältniß von Stroh finden, so sind offenbar die Bestandtheile St in diesem Felde vorwaltend, und es müßte eine sehr vielmal größere Menge von Phosphorsäure und Stickstoff dem Felde zugeführt werden, um entsprechend seinem Gehalte an St-Bestandtheilen ein relatives Verhältniß von Korn und Stroh wie etwa der Boden zu Oberbobritzsch zu liefern.

Es gehört zu der wichtigsten Aufgabe des Landwirthes, sein Feld genau kennen zu lernen und zu ermitteln, welche von den nutzbaren Nährstoffen der Pflanzen sein Boden in vorwaltender Menge enthält, denn dann wird ihm die richtige Wahl von solchen Gewächsen nicht schwer, die vor anderen einen Ueberschuß dieser Bestandtheile zu ihrer Entwicklung bedürfen, und er zieht den erreichbar größten Vortheil aus seinem Felde, wenn er weiß, welche Nährstoffe er demselben im Verhältniß zu denen zuführen muß, die es bereits im Ueberschuß enthält.

Zwei Felder, in welchen die Summe der Nährstoffe ungleich, die relative Verbreitung derselben im Boden aber gleich ist, werden der Höhe nach ungleiche, aber im relativen Verhältniß an Korn und Stroh gleiche Erträge liefern.

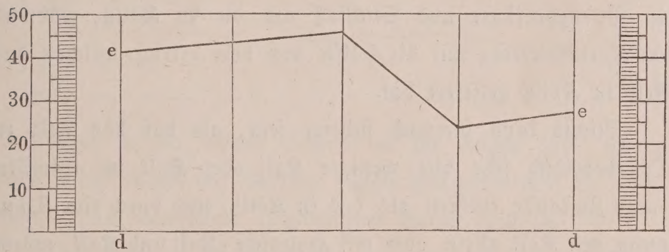
Ein solches Verhältniß besteht z. B. zwischen dem Felde zu Oberbobritzsch und dem zu Mäusegast. Wenn man die Ernte an Korn und Stroh in Oberbobritzsch ausdrückt durch $K + \alpha K, St$, so ist die Ernte auf dem Felde in Mäusegast $= 1^1/_3 K + 1^1/_3 \alpha K, St$.

Die Felder sind an beiden Orten offenbar mit großer Sorgfalt und Geschick gebaut und von so gleichförmiger Mischung, daß, wenn man den Korn- und Strohertrag von dem einen und den Strohertrag vom andern kennt, sich der Kornertrag des letzteren nach obiger Formel berechnen läßt.

Kartoffeln 1852. In der folgenden Tabelle sind die Kartoffelerträge von den fünf verschiedenen Orten im Jahre 1852 in den senkrechten Linien dargestellt.

1852. Kartoffeln.

Cunnersdorf. Mäusegast. Kötitz. Oberbobritzsch. Oberschöna.



Die Kartoffelpflanze entnimmt ihre Haupt-Bestandtheile der Ackerkrume und aus einer etwas tieferen Bodenschicht als die Roggenpflanze, und es zeigen die gewonnenen Erträge die Beschaffenheit dieser Erdschichten genauer als die chemische Analyse an.

In dem Felde zu Mäusegast und Cunnersdorf besaßen die aufnehmbaren Nährstoffe für die Kartoffelpflanze sehr nahe dieselbe Dichtheit, in Kötitz waren sie um $1/9$ näher, in dem Boden zu Oberbobritzsch waren sie doppelt so weit von einander entfernt, indem zu Oberschöna um $1/5$ näher als in Oberbobritzsch.

Den höchsten Kartoffelertrag lieferte das Feld in Kötitz; das Kali (für die Knollen) und der Kalk (für das Kraut) machen die vorwaltenden Bestandtheile der Kartoffelpflanze aus; aber eine gewisse Menge Stickstoff und Phosphorsäure sind für die Entwicklung der Kartoffelpflanze ebenso nothwendig, wie

für die Kornpflanze und die wirksame Menge des übergehenden Kalis und Kalks wird wesentlich bestimmt durch die gleichzeitige Aufnahme von Phosphorsäure und Stickstoff. Wenn es im Boden an einem von beiden Bestandtheilen mangelt, welche, wie bemerkt, gleichfalls Hauptbestandtheile des Korns sind, so wird der Ertrag im Verhältnisse zu der aufnahmsfähigen Menge dieser beiden Stoffe stehen und der größte Ueberschuß an Kali oder Kalk im Boden wird ohne irgend einen Einfluß auf die Höhe desselben sein.

Die Ackerkrume des Feldes zu Oberbobritzsch ist weit reicher an Phosphorsäure und Stickstoff als die zu Kötitz, während der Kartoffelertrag nur die Hälfte von dem betrug, welchen das Feld in Kötitz geliefert hat.

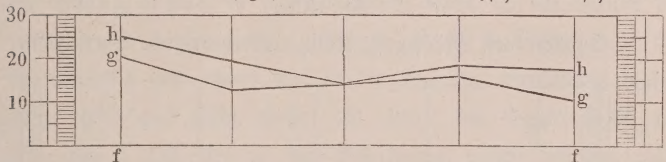
Nichts kann hiernach sicherer sein, als daß das Feld zu Oberbobritzsch sehr viel weniger Kali oder Kalk im assimilirbaren Zustande enthielt als das in Kötitz, und durch eine Düngung mit Kalk allein, oder mit Holzasche (Kali und Kalk) würde sich sehr leicht nachweisen lassen, an welchen von beiden Stoffen im Boden Mangel war.

Dagegen läßt sich aus dem niederen Ertrage an Kartoffeln des Feldes in Cunnersdorf nicht schließen, daß es ärmer war an Kali oder Kalk als das Feld in Kötitz; das letztere enthielt, wie die vorangegangene Kornernte zeigt, entschieden etwas mehr Phosphorsäure und Stickstoff als das Feld in Cunnersdorf, und es kann daher die höhere Kartoffelernte in Kötitz wesentlich bedingt gewesen sein durch seinen größeren Gehalt an diesen beiden Nährstoffen. Auch wenn das Feld in Cunnersdorf noch reicher an Kali und Kalk gewesen wäre als das Feld in Kötitz, so würde es dennoch unter den gegebenen Verhältnissen einen niedrigeren Kartoffelertrag geliefert haben.

Hafer 1853. Die Haferpflanze entnimmt ihre Nahrung zum Theil der Ackerkrume, allein sie sendet ihre Wurzeln, wenn es der Boden gestattet, weit tiefer hinab als die Kartoffelpflanze; sie besitzt bildlich ausgedrückt eine größere Vegetationskraft als die Roggenpflanze und nähert sich in der Stärke des Aneigungsvermögens ihrer Nahrung den Unkrautpflanzen.

1853. Hafer.

Cunnersdorf. Mäusegast. Kötitz. Oberbobritzsch. Oberschöna.



Was in der obigen Tabelle in die Augen fällt, ist die große Ungleichheit der Erträge zweier Halmgewächse, die nacheinander auf demselben ungedüngten Boden wachsen.

Das Feld in Cunnersdorf, welches nach dem zu Oberschöna den niedrigsten Roggenkorn- und Strohertrag geliefert hat, gab im dritten Jahre den höchsten Haferkorn- und Strohertrag.

Die Verschiedenheit in der Beschaffenheit und Dichtheit der Nährstoffe in den tieferen Bodenschichten dieser Felder ist unverkennbar. Das Feld in Cunnersdorf war oben ärmer und nahm nach abwärts in seinem Gehalte an Nährstoffen für die Kornpflanze zu; die anderen Felder nahmen abwärts ab.

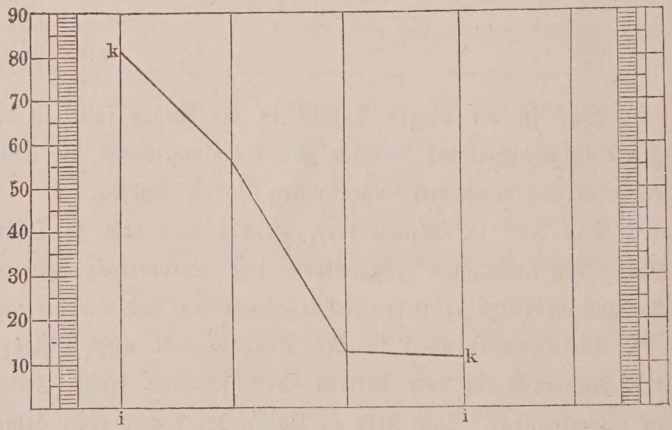
Die Erträge des Feldes in Mäusegast im Jahre 1853 beziehen sich auf Gerste und nicht auf Hafer und geben demnach keinen Aufschluß über die Beschaffenheit der tieferen Erdeschichten, aus welchen die Haferpflanze ihre Nahrung zieht, aber sie zeigen den Zustand der Ackerkrume an, in den sie durch die vorangegangene Kornernte versetzt worden ist; der Ertrag an Gerstenkorn war in Folge der entzogenen Phosphorsäur-

und vielleicht von Stickstoff sehr viel geringer, als man nach der vorangegangenen Roggenernte vom Boden hätte erwarten sollen, und eine kleine Zufuhr von Superphosphat oder Guano würde auf diesem Felde den Ertrag an Gerste mächtig gesteigert haben.

Klee 1854. Die Kleeernten im vierten Jahre geben Aufschluß über die Beschaffenheit der tiefsten von den Pflanzen in Anspruch genommenen Bodenschichten.

1854. Klee.

Cunnersdorf. Mäusegast. Kötitz. Oberbobritzsch. Oberschöna.



Der Ertrag an Klee war in Cunnersdorf beinahe doppelt so hoch als in Mäusegast und zehnmal so hoch wie in Oberbobritzsch, und es ist unzweifelhaft, daß diese ungleichen Erträge dem ungleichen Gehalt an Nährstoffen im Boden für die Kleepflanze entsprechen müssen.

Die Nährstoffe der Kleepflanze sind sehr nahe die nämlichen, der Menge und dem relativen Verhältnisse nach, wie die der Kartoffelpflanze (Kraut, Stengel und Knollen zusammengenommen), und wenn der Klee auf einem Boden noch

gute Ernten gibt, auf welchem die Kartoffel nur unvollkommen gedeiht, so beruht dies wesentlich auf der größeren Wurzelverzweigung der Kleepflanze; es gibt wohl kaum zwei Pflanzen, an denen man gleich deutlich die Bodenschichten erkennen kann, auf die sie ihrer Natur nach zur Aufnahme ihrer Nahrung angewiesen sind.

Wenn man die Kartoffel in zwei Fuß tiefe Gruben pflanzt und diese in eben demselben Verhältnisse auffüllt, als die Pflanze wächst, so daß zuletzt die Erde in der Grube mit der Ackerkrume in gleicher Ebene liegt, so beobachtet man, daß die Knollen sich immer nur in der obersten Erdschichte bilden, keine tiefer und nicht mehr, als wenn die Saatkartoffel nur $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll tief in die Ackerkrume gelegt worden wäre, und man findet bei der Ernte, daß die Wurzeln abwärts unterhalb der Ackerkrume abgestorben sind.

Der Klee verhält sich umgekehrt, und obwohl die Ackerkrume in Kötitz z. B. entschieden reicher ist an den Nährstoffen für die Kleepflanze als wie die in Cunnersdorf (sie lieferte eine um $\frac{1}{8}$ höhere Kartoffelernte), so war dies ohne Einfluß auf die Kleepflanze, welche von den tiefsten Bodenschichten ihre Hauptnahrung empfängt.

Wir wollen jetzt die Erträge einer Analyse unterwerfen, welche durch die Stallmistdüngung auf Stücke der nämlichen Felder, deren Erträge im ungedüngten Zustande wir soeben betrachtet haben, in den sächsischen Versuchen hervorgebracht wurden.

Erträge pr. sächs. Acker der mit Stallmist gedüngten Felder:

	Cunnersdorf	Mäusegast	Kötitz	Oberbobritzsch	Oberschöna
Stallmist	18	194	229	314	897 Ctr.
1851					
Roggen	Pfund	Pfund	Pfund	Pfund	Pfund
Korn	1513	2583	1616	1905	1875
Stroh	4696	5318	4019	3928	3818
1852					
Kartoffeln	17946	20258	20678	11936	16727
1853					
Hafer					
Korn	2278	1649	1880	1685	1253
Stroh	2992	2475	1742	1909	2576
1854					
Kleeheu	9509	7198	1232	2735	0 *)

Mehrertrag durch Stallmistdüngung über ungedüngt (s. S. 198):

	Cunnersdorf	Mäusegast	Kötitz	Oberbobritzsch	Oberschöna
1851	Pfund	Pfund	Pfund	Pfund	Pfund
Roggen					
Korn	337	345	352	452	1167
Stroh	1745	736	1006	915	229
1852					
Kartoffeln	1279	3362	2101	2185	5632
1853					
Hafer					
Korn	369	360	541	157	171
Stroh	429	635	385	97	862
1854					
Kleeheu	365	1615	137	1824	0

*) Der Klee ging wegen Nässe zu Grunde.

Es fällt hier zunächst wieder ins Auge, daß die Erträge auf allen Feldern verschieden waren und nicht in der entferntesten Beziehung zu stehen scheinen zu der für die Düngung verwendeten Mistmenge.

Nichts kann gewisser sein als die Thatsache, daß ein durch die Cultur erschöpftes Feld, wenn es mit Stallmist gedüngt wird, höhere Erträge liefert als ungedüngt, und wenn diese durch den Stallmist hervorgebracht wurden, so sollte man denken, daß die nämlichen Mistmengen auf verschiedenen Feldern die gleichen Mehrerträge liefern müßten. Die folgende Tabelle zeigt, daß die nämliche Mistmenge auf den sächsischen Feldern höchst ungleiche Mehrerträge hervorgebracht hat.

Einhundert Centner Stallmist erzeugten Mehrertrag:

	Cunnersdorf	Mäusegast	Kötitz	Oberbobritzsch	Oberschöna
	Pfund	Pfund	Pfund	Pfund	Pfund
1851 u. 1853 Winterroggen u. Hafer	1539	1070	988	515	501
1852 Kartoffeln	720	1723	917	696	628
1854 Klee	203	832	60	628	0

Es ist wohl Niemand im Stande, aus diesen Zahlen zu entnehmen, daß sie die Wirkungen bezeichnen sollen, welche die gleiche Menge desselben Düngmittels und zwar des Universaldüngers auf fünf verschiedenen Feldern hervorgebracht hat.

Weder in dem Roggenkorn- und Strohertrag, noch in dem Ertrage an Kartoffeln, Hafer und Klee findet die mindeste Aehnlichkeit oder Uebereinstimmung statt, und es ist noch viel

weniger möglich, daraus die Düngermenge zu erschließen, welche gedient hat, um die Mehrerträge hervorzubringen.

Die nämliche Stallmistmenge brachte an Halmgewächsen, Korn und Stroh zusammen, im Jahre 1851 und 1853 in Mäusegast den doppelten, in Cunnersdorf den dreifachen Mehrertrag als in Oberbobritzsch hervor, an Kartoffeln in Mäusegast doppelt soviel als in Kötitz, an Klee viermal mehr in Mäusegast als in Cunnersdorf, und in Oberbobritzsch zehnmal soviel als in Kötitz.

Die enorme Stallmistdüngung in Oberschöna brachte bei weitem nicht den Ertrag hervor, den das Feld in Mäusegast ohne alle Düngung lieferte.

Die Zusammensetzung des Stallmistes, soweit wir sie durch zahlreiche Analysen kennen, ist im Ganzen allerorts so ähnlich, daß man keinen großen Fehler begehen kann, wenn man voraussetzt, daß mit 100 Ctr. Stallmist ein jedes Feld die nämlichen Nährstoffe und in derselben Menge empfängt.

Auf den Boden oder die Erdtheile wirken die Mistbestandtheile überall in gleicher Weise ein und es steht hiermit die Thatsache scheinbar in unlösbarem Widerspruche, daß die Mehrerträge dennoch allerorts verschieden ausfallen, daß also mit den zugeführten Mistbestandtheilen auf dem einen Felde dreimal oder doppelt soviel Nährstoffe für die Halmgewächse oder Kartoffeln in Bewegung gesetzt oder ernährungsfähig gemacht wurden, als auf einem andern.

Diese Thatsache bezieht sich nicht auf die sächsischen Felder allein, sondern ist eine ganz allgemeine. Nirgendwo, in keinem Lande stimmen die Erträge, welche in der Stallmistwirthschaft erzielt werden, mit einander überein, wie die Uebersicht der Mittelerträge an verschiedenen Feldfrüchten in den verschiedenen Provinzen des Königreichs Bayern beweist.

Durchschnittliche Ernteerträge in Bayern (Seuffert's Statistik).

Ein Tagwerk liefert Mittelerträge in Scheffeln: *)

	Weizen	Roggen	Kern (Dinkel)	Gerste	Hafer
Oberbayern	1,70	1,80	3,40	1,90	2,31
Niederbayern	2,50	do.	do.	do.	do.
Oberpfalz u. Regensburg	1,45	1,40	2,70	1,75	1,85
Oberfranken	1,20	1,30	2,20	1,50	1,75
Mittelfranken	1,65	1,40	3,50	1,65	2,25
Unterfranken u. Aschaffenburg	1,70 bis 1,75		2,50	2,00	2,75
Schwaben und Neuburg	1,80	2,00	5,0	2,30	3,50
Pfalz	2,70	2,60	4,80	3,75	3,90

Die durch Stallmistdüngung gewonnenen Erträge an Feldfrüchten sind nicht nur in jeder Gegend, sie sind an jedem Orte verschieden, und wenn man die Sache genau nimmt, so gibt ein jedes Feld, mit Stallmist gedüngt, einen ihm eigenen Mittelertrag.

Die Wirkung des Stallmistes auf die Steigerung der Erträge steht in der engsten Beziehung zur Bodenbeschaffenheit und zu seiner Zusammensetzung, und sie ist darum auf den verschiedenen Feldern ungleich, weil die Zusammensetzung derselben ungleich ist.

---

*) 1 Hectoliter wiegt durchschn. 1 bayer. Scheffel

Weizen	146 Pfd. Zollg.	330—345 Pfd. Zollg.
Gerste	128 „ „	290—300 „ „
Roggen	140 „ „	318—325 „ „
Hafer	88 „ „	200—300 „ „
Spelz (ungeschält)	79 „ „	174—220 „ „

Hiernach berechnet sich das Gewicht eines preußischen Scheffels Weizen zu 83 Pfd., das englische Quarter zu 425 Pfd.

Um die Wirkung der Stallmistdüngung zu verstehen, ist es nothwendig, sich daran zu erinnern, daß die Erschöpfung eines Feldes darauf beruht, daß den Erdtheilen durch die vorangegangenen Ernten, am Ende einer Rotation, eine gewisse Menge von Nährstoffen entzogen worden sind und daß die darauffolgenden Pflanzen weniger davon im Boden zur Aufnahme vorfinden, als die früheren.

Für den Zustand der Erschöpfung hat aber der Verlust jedes einzelnen Nährstoffes nicht die gleiche Bedeutung für das Feld.

Der Verlust an Kalk, den ein Kalkboden durch eine Halmfrucht oder Klee erleidet, ist ganz unerheblich für eine nachfolgende Frucht, welche große Mengen Kalk zu ihrem gedeihlichen Wachsthume bedarf, ebenso der Verlust an Kali eines kalireichen, der von Bittererde, Eisen, Phosphorsäure, Stickstoff, den ein Bittererde-, Eisen-, Phosphorsäure-, Ammoniak-reiches Feld erleidet; denn gegen die Masse gehalten, die ein an einem Nährstoffe thatsächlich reicher Boden enthält, ist die entzogene Menge immer nur ein so verschwindend kleiner Bruchtheil, daß der Einfluß der Entziehung desselben von einer Rotation zur anderen nicht wahrnehmbar ist.

Von einer Rotation zur anderen nehmen aber, wie die Praxis lehrt, die Erträge der Felder thatsächlich ab, so zwar, daß denselben gewisse Stoffe durch Düngung wieder gegeben werden müssen, wenn sie die früheren Erträge wieder hervorbringen sollen.

Wenn aber der Ersatz an Kalk den Zustand der Erschöpfung eines Feldes, dessen Hauptmasse aus Kalk besteht, nicht aufheben kann, und ebensowenig die Zufuhr von Kali auf ein kalireiches, oder von Phosphorsäure auf ein phosphorsäurereiches Feld, so ist leicht einzusehen, daß, wenn das Ertragsvermögen

eines erschöpften Feldes wieder hergestellt wird, dies wesentlich darauf beruht, daß in dem Dünger diejenigen Nährstoffe wieder gegeben worden sind, die das Feld in kleinster Menge enthielt und von denen es den verhältnißmäßig größten Bruchtheil verloren hat.

Ein jedes Feld enthält ein Maximum von einem oder mehreren und ein Minimum von einem oder mehreren anderen Nährstoffen. Mit diesem Minimum, sei es Kalk, Kali, Stickstoff, Phosphorsäure, Bittererde, oder ein anderer Nährstoff, stehen die Erträge im Verhältniß, es regelt und bestimmt die Höhe oder Dauer der Erträge.

Ist dieses Minimum z. B. Kalk oder Bittererde, so werden die Ernten an Korn und Stroh, an Rüben, Kartoffeln oder Klee dieselben bleiben und nicht höher ausfallen, auch wenn man die Menge des bereits im Boden vorhandenen Kalis, der Kieselsäure, Phosphorsäure ꝛc. um das Hundertfache vermehrt. Auf einem solchen Felde werden aber die Ernten steigen durch eine einfache Düngung mit Kalk, man wird in Halmgewächsen, Rüben und Klee, sowie auf einem kaliarmen Boden durch Düngung mit Holzasche weit höhere Erträge erzielen, als durch eine starke Mistdüngung.

Die ungleiche Wirkung eines so zusammengesetzten Düngers, wie der Stallmist ist, auf die Felder, erklärt sich hiernach genügend.

Für die Wiederherstellung der Erträge der durch die Cultur erschöpften Felder durch Stallmistdüngung ist die Zufuhr von allen den Nährstoffen, welche das Feld im Ueberschuß enthält, vollkommen gleichgültig, und es wirken nur diejenigen Bestandtheile desselben günstig ein, durch welche ein im Boden entstandener Mangel an einem oder zwei Nährstoffen beseitigt wird.

Ein an Strohbestandtheilen reiches Feld kann durch Düngung mit Strohbestandtheilen im Miste nicht fruchtbarer werden, während diese für ein daran armes Feld von der größten Bedeutung ist.

Auf zwei Feldern, welche gleichen Ueberschuß an Strohbestandtheilen besitzen, die aber ungleich reich an Kornbestandtheilen sind, wird die gleiche Stallmistdüngung sehr ungleiche Kornerträge hervorbringen, weil diese im Verhältniß stehen müssen zu den im Miste zugeführten Kornbestandtheilen; beide Felder empfangen durch die gleiche Mistmenge gleichviel von letzteren; da aber das eine Feld an sich schon reicher an Kornbestandtheilen ist, als das andere, so müßte dem ärmeren sehr viel mehr Mist hinzugeführt werden, wenn dessen Erträge an Korn die des andern erreichen sollen.

Durch eine im Verhältniß zu der Mistmenge kleine Quantität Superphosphat lassen sich auf einem solchen Felde die Erträge weit mehr steigern, als durch die stärkste Mistdüngung.

Auf ein kaliarmes Feld wirkt der Stallmist durch seinen Kaligehalt, auf ein bittererde- oder kalkarmes durch seinen Bittererde- oder Kalkgehalt, auf ein an Kieselsäure armes durch seinen Strohgehalt, auf ein an Chlor oder Eisen armes durch seinen Gehalt an Kochsalz, Chlorkalium oder Eisen.

Aus diesem Verhalten erklärt sich die hohe Gunst, in welcher der Stallmist als Dünger bei dem praktischen Landwirthe steht, denn da er von jedem einzelnen der dem Felde entzogenen Nährstoffe, unter allen Verhältnissen, eine gewisse Menge enthält, so wirkt er immer günstig; seine Anwendung schlägt nie fehl und erspart dem praktischen Manne alles Nachdenken über die Mittel in viel zweckmäßigerer und gleich sicherer Weise, mit Ersparung an Geld und Arbeit, sein Feld ertragsfähig zu erhalten, oder ohne Vermehrung seiner Ausgaben

dem Feld den viel höheren Grad an Fruchtbarkeit zu verleihen, den es nach seiner Zusammensetzung zu erreichen fähig ist.

Es ist in der Praxis wohl bekannt, daß die Erträge einer Menge von Feldern durch Guano, Knochenmehl, Repskuchenmehl gesteigert werden können, durch Stoffe, welche nur gewisse Bestandtheile des Stallmistes enthalten, und ihre Wirkung erklärt sich in der That aus der Lehre von dem Minimum, die ich soeben auseinandergesetzt habe.

Da aber der praktische Landwirth das Gesetz nicht kennt, auf welchem die Wirkung dieser Düngmittel auf die Erhöhung der Erträge beruht, so kann bei seinem Betriebe von der rationellen, d. h. wahrhaft ökonomischen Anwendung derselben keine Rede sein; er gibt entweder zu viel oder zu wenig, oder nicht das Rechte. Was das Zuwenig betrifft, so bedarf dies keiner Erläuterung, denn Jedermann sieht ein, daß die richtige Menge den Ertrag, bei derselben Arbeit und einer geringen Mehrausgabe, auf das erreichbare Maximum bringt.

Was das Zuviel betrifft, so beruht dies auf der irrigen Ansicht, daß die Wirkung dieser Düngmittel im Verhältniß stehe zu ihrer Masse; sie steht in der That im Verhältniß zu einer gewissen Menge, aber über eine bestimmte Grenze hinaus ist ihre Einverleibung in das Feld vollkommen gleichgültig.

Ein Düngungsversuch von J. Russel (Craigie House, Agri. Journal of th. R. Agr. Soc. Vol. 22. S. 86) dürfte geeignet sein, was hier gemeint ist, zu versinnlichen. In diesem Versuche wurde dasselbe Feld in mehrere Stücke getheilt, mit Rüben bepflanzt und je drei Zeilen mit verschiedenen Düngmitteln, unter andern auch mit Superphosphat (Knochenasche in Schwefelsäure gelöst) gedüngt; die Erträge, pr. Acker berechnet, waren folgende:

Ertrag pr. Acre:

Nr. der Stücke.			
1)	Ungedüngt	340 Ctr.	Rüben (Schwedische Variet)
11)	Ebenfalls ungedüngt .	320 „	„
5)	Mit 5 Ctrn. Superphosphat gedüngt .	535 „	„
6)	Mit derselben Menge Superphosphat .	497 „	„
7)	Mit 3 Ctrn. „ .	480 „	„
8)	Mit 7 Ctrn. „ .	499 „	„
9)	Mit 10 Ctrn. „ .	490 „	„

Das Feld war, wie die Erträge der ungedüngten Stücke zeigen, die um 20 Ctr. pr. Acker von einander abwichen, in seiner Beschaffenheit und Gehalt an Nährstoffen ziemlich verschieden, wie andere Versuche darthun, auf deren Erörterung hier nicht weiter eingegangen werden kann, ärmer in der Mitte, als nach den Seiten.

Die Thatsache, welche aus den oben gegebenen Rübenerträgen klar in die Augen fällt, ist, daß drei Centner Superphosphat nahe denselben Rübenertrag geliefert haben als wie fünf Centner, und daß die Vermehrung des Düngers auf zehn Centner den Ertrag nicht erhöhte.

In diesen Versuchen ist nicht ermittelt worden, auf welchen Bestandtheilen des Kalksuperphosphates vorzugsweise die höhere Ernte beruhte. Bittererde und Kalk sowohl wie Schwefelsäure und Phosphorsäure sind gleich unentbehrliche Nährstoffe für die Rübenpflanze, und ich habe Gelegenheit gehabt, wahrzunehmen, daß auf einem Felde die Düngung mit Gyps bei Zusatz von etwas Kochsalz, auf einem andern die Düngung mit phosphorsaurer Bittererde den Ertrag desselben an Rüben in einem höheren Verhältniß noch steigerte als das Kalk-Superphosphat, obwohl letzteres auf die Mehrzahl der Felder unzweifelhaft der vorzugsweise wirkende Nährstoff ist.

Um diese Thatsachen richtig zu verstehen, muß man sich daran erinnern, daß das Gesetz des Minimums nicht für einen Nährstoff allein, sondern für alle gilt; wenn in einem gegebenen Falle die Ernten an irgend einer Frucht, begrenzt sind durch ein Minimum von Phosphorsäure im Felde, so werden die Ernten steigen durch Vermehrung der Phosphorsäuremenge bis zu dem Punkt, wo die zugeführte Phosphorsäure im richtigen Verhältnisse steht zu dem jetzt vorhandenen Minimum an einem anderen Nährstoffe.

Wenn die Phosphorsäure, welche man zugeführt hat, mehr beträgt, als z. B. der im Boden enthaltenen Menge Kali oder Ammoniak entspricht, so wird der Ueberschuß wirkungslos sein. Vor der Düngung mit Phosphorsäure war die vorhandene wirkungsfähige Menge Kali oder Ammoniak um etwas größer als die Phosphorsäuremenge im Boden, und war darum wirkungslos, sie wurde wirksam, indem die Phosphorsäure hinzukam, und der Ueberschuß von Phosphorsäure mußte sich jetzt genau ebenso wirkungslos verhalten, wie früher der Ueberschuß von Kali.

Während vorher die Ernte im Verhältniß stand zu dem Minimum an Phosphorsäure, steht sie jetzt im Verhältniß zu dem Minimum an Kali oder Ammoniak, oder zu beiden. Ein paar Versuche, auf diesem Felde angestellt, hätten diese Frage zur Entscheidung bringen können. War das Minimum nach der Düngung mit Superphosphat, Kali oder Ammoniak gewesen, so würden die Ernten gestiegen sein bei einem entsprechenden Zusatz von Kali oder Ammoniak, oder von beiden. In derselben Versuchsreihe wurde durch Düngung mit 6 Ctr. Guano, welche 2 Ctr. Superphosphat entsprechen, ein Ertrag von 630 Ctrn. Rüben erhalten, einhundertdreißig Ctr. mehr als durch das Superphosphat, allein es bleibt hier zweifel-

haft, ob das Kali oder das Ammoniak im Guano die Steigerung hervorgebracht hat.

Wenn man in den sächsischen Versuchen die Mistmengen, welche zur Düngung auf den fünf Feldern verwendet wurden, in's Auge faßt, so liegt die Frage nach dem Grunde ihrer Verschiedenheit nahe genug.

Die zunächstliegende Antwort ist wohl die, daß der Landwirth soviel gibt, als er eben hat, oder daß er nach gewissen Thatsachen seine Mistmenge regelt. Wenn er in seinem Betriebe wahrgenommen hat, daß eine gewisse Menge Stallmist seine ursprünglichen Erträge wieder herstellt und eine stärkere Düngung keinen größeren Mehrertrag gibt, nicht in dem Verhältnisse mehr, als er zuführt, oder zu den Kosten, die ihm die Düngergewinnung auferlegt, so beschränkt er sich nothwendig auf die kleinere.

Es kann demnach nicht ein zufälliger Einfall des Landwirthes in Cunnersdorf sein, wenn er bei seinem Felde mit 180 Ctr. Stallmist sich begnügt, und es ist sicherlich ebensowenig zufällig, daß der Landwirth zu Oberbobritzsch sein Feld mit 314 Ctr. gedüngt hat.

Wenn aber nicht Laune oder Zufall, sondern der zu erreichende Zweck die Mistmenge regelt, so ist offenbar, daß die Handlungen des Landwirths von einem Naturgesetze beherrscht sind, dessen Wirkungen er kennt, ohne es selbst zu kennen.

Für die Menge Stallmist, welche ein Feld bei einem neuen Umlaufe bedarf, um sein Ertragsvermögen wieder herzustellen, besteht demnach ein Grund, der in dem Boden liegt, und es ist unschwer einzusehen, daß sie im Verhältniß stehen muß zu den wirksamen Mistbestandtheilen, welche das Feld bereits enthält; ein Feld, welches sehr reich daran ist, bedarf weniger, um denselben Mehrertrag zu geben als ein ärmeres.

Da nun der Stallmist dem Klee, den Rüben und Gräsern vorzugsweise vor allen anderen Pflanzen seine wirksamsten Bestandtheile verdankt, so liegt der Schluß nahe, daß die einem Felde nöthige Mistmenge im umgekehrten Verhältnisse zu den Klee-, Rüben- oder Graserträgen steht, welche das Feld ungedüngt zu liefern vermag.

Die sächsischen Versuche zeigen, daß dieser Schluß, in einer Beziehung wenigstens, nicht weit von der Wahrheit entfernt sein kann, denn wenn man die Erträge der ungedüngten Stücke an Klee mit der Stallmistmenge, die zur Düngung diente, vergleicht, so hat man:

Klee-Ertrag 1854.

	Cunnersdorf	Mäusegast	Kötitz	Oberbobritzsch	Oberschöna
in Pfunden	9144 —	5583 —	1095 —	911 —	0 Pfunde.

Mistmenge 1851.

Ctr.	180 —	194 —	229 —	314 —	897 Ctr.

Das Feld in Cunnersdorf, welches die meisten Mistbestandtheile enthielt, empfing die kleinste, das zu Oberbobritzsch, welches den kleinsten Kleeertrag gab, die größte Menge Stallmist.

Der Kleeertrag ist offenbar aber nicht der einzige Faktor, welcher die Stallmistmenge in der Düngung bestimmt, denn unter den Kleebestandtheilen ist die Kieselsäure, welche die Halmpflanzen bedürfen, nur in geringer Menge zugegen, und es muß darum die erforderliche Menge Stallmist (Strohmist) in einer bestimmten Beziehung zu der Menge von Strohnährstoffen stehen, welche das Feld bereits enthält.

Vergleicht man in den sächsischen Versuchen die Mehrerträge an Korn und Stroh, welche die mit Stallmist gedüngten Felder hervorgebracht haben, so hat man:

Mehrertrag durch Stallmistdüngung pr. Acker:

	in Cunnersdorf	—	Kötitz	—	Oberbobritzsch
Menge des Stallmistes Ctr.	180	—	229	—	314 Ctr.
Korn Pfunde	347	—	352	—	452 Korn
Stroh „	1743	—	1006	—	914 Stroh.

Das offenbar an Nährstoffen für das Stroh reichste Feld in Cunnersdorf, welches mit der kleinsten Stallmistmenge gedüngt worden war, lieferte dennoch den höchsten Strohertrag; das Korn verhielt sich im Mehrertrage zum Stroh wie 1 : 5, und man sieht ein, daß die Sparsamkeit mit Strohmist auf diesem Felde am rechten Platze war, sowie man ferner versteht, warum das an Strohbestandtheilen verhältnißmäßig ärmere Feld in Oberbobritzsch 85 Ctr. Stallmist mehr empfangen mußte als das in Kötitz, um im Mehrertrage das nämliche Verhältniß Korn und Stroh (1 : 2), als vom ungedüngten Felde zu gewinnen.

Diese Betrachtungen dürften dem praktischen Landwirthe vielleicht die Ueberzeugung beibringen, daß er in der Bewirthschaftung seiner Felder ziemlich willenlos handelt und daß die »Umstände und Verhältnisse«, die ihn in seinen Handlungen leiten, Naturgesetze sind, von deren Existenz er meistens nur eine dunkle Vorstellung hat; einen Willen, der sich selbst bestimmt, hat er eigentlich nur dann, wenn er etwas schlecht macht; will er aber seinem Nutzen gemäß handeln, so muß er sich, wenn auch unbewußt, nach der Beschaffenheit seines Feldes richten, und man kann sich nur darüber wundern, wenn man wahrnimmt, wie weit der »erfahrene« Mann es darin gebracht hat.

Ein Wirthschaftsbetrieb heißt ein rationeller Betrieb, wenn er genau der Natur und Beschaffenheit des Bodens angepaßt ist, denn nur dann, wenn die Fruchtfolge oder die Dün-

gungsweise der Zusammensetzung des Bodens entspricht, hat der Landwirth die sichere Aussicht, den möglichst hohen Nutzen von seiner Arbeit oder Kapital-Anlage zu erzielen.

Es ist darum selbstverständlich, daß z. B. bei der großen Verschiedenheit der Bodenbeschaffenheit der Felder in Oberbobritzsch und Cunnersdorf die Fruchtfolge, welche für die einen paßt, nicht gleich vortheilhaft für die andere ist.

Wenn die Landwirthe sich entschließen, durch Versuche im Kleinen *) eine genaue Kenntniß der Leistungsfähigkeit ihres Bodens in Beziehung auf die Erzeugung verschiedener Pflanzengattungen oder Arten zu erlangen, so können sie alsdann durch weitere Versuche leicht ermitteln, welche Nährstoffe in ihrem Felde im Minimum enthalten sind und welche Düngstoffe zugeführt werden müssen, um einen Maximalertrag hervorzubringen.

In Dingen dieser Art muß der Landwirth seinen eigenen Weg gehen, und dies ist der, welcher ihm die vollkommenste Sicherheit in seinem Thun verbürgt, und er darf den Behauptungen eines thörichten Chemikers, der aus seinen Analysen ihm beweisen will, daß sein Feld unerschöpflich an diesem oder jenem Nährstoffe sei, nicht den mindesten Glauben beimessen, weil die Fruchtbarkeit seines Feldes nicht im Verhältniß zu der Quantität von einem oder mehreren Nährstoffen steht, welche die Analyse darin nachweist, sondern im Verhältniß zu den Theilen der Summe, welche das Feld an die Pflanzen abzugeben vermag, und dieser Bruchtheil läßt sich nur durch die Pflanze selbst ermitteln. Das Höchste, was die chemische Analyse in dieser Beziehung leistet, ist, daß sie einige Anhalts-

*) Versuche dieser Art lassen sich ganz gut, wenn der Boden gleichförmig ist, in Blumentöpfen anstellen, die man in die Erde eingräbt.

punkte zur Vergleichung des Verhaltens zweier Felder liefert. Die Erfahrungen, welche die Rübenzucker-Fabrikation in dem Gebiete der russischen Schwarzerde (der Tschernosem) gemacht haben, deren Fruchtbarkeit für Korngewächse sprichwörtlich ist, zeigen, daß diese Erde, obwohl sie nach der Analyse im Ganzen auf 20 Zoll Tiefe über 700 bis 1000mal soviel Kali enthält als wie eine Rübenernte bedarf, nach drei bis vier Jahren des Anbaues an wirksamen Kali soweit erschöpft ist, daß sie keine lohnende Rübenernte ohne Ersatz mehr gibt *).

Bei einer Halmfrucht besteht in dem relativen Korn- und Strohertrag nur ein günstiges Verhältniß und sehr viele ungünstige; es ist klar, daß die Masse und der Umfang der Werkzeuge, des Strohs, zur Erzeugung des Korns, in einer bestimmten Beziehung stehen muß zu dem Produkte, nämlich zu der Menge des erzeugten Korns; ein hoher oder allzu niedriger Strohertrag beeinträchtigen den Kornertrag.

Wenn man bei einem Halmgewächs weiß, daß 1 Gewichtstheil Korn auf 2 Gewichtstheile Stroh auf einem gegebenen

---

*) In Beziehung auf die sehr verbreitete Ansicht von dem Reichthume und der Unerschöpflichkeit der Felder an Kali ist die folgende Notiz (aus dem badischen Centralblatte für Staats- und Gemeinde-Interessen. Mai 1861) nicht ohne Interesse. Aus dem Amts-Bezirk Bretten. „Die bei Beginn des Frühjahres gewöhnlich stattfindenden Accordirungen für den Zuckerrübenbau sind in dem diesseitigen Bezirke nunmehr in vollem Gange und werden für den Centner guter Waare in diesem Jahre 30 Fr. zugesichert, während im vorigen Jahre nur 26 Fr. bezahlt wurden. Trotz dieser Preiserhöhung und trotz der versprochenen Prämien für ausgezeichnete Rüben sind hier in diesem Betreffe nicht viele Accorde abgeschlossen worden. Nichts ist begreiflicher als dies, denn die sehr schädlichen Nachwirkungen auf dem mit dem fraglichen Feldprodukte bebauten Grundstücken sind überall zur Genüge bekannt.“ Die Nachwirkungen beziehen sich natürlich auf Felder, die in guter Düngung erhalten wurden, denn ohne diese läßt sich auf keine ersprießliche Ernte rechnen.

Felde das günstigste Verhältniß für die Samenerzeugung ist, so sollte, der Theorie nach, durch Düngung des Feldes dieses relative Verhältniß im Mehrertrag sich nicht merklich ändern dürfen, d. h. die einzelnen Düngstoffe sollten in einer solchen Menge und relativen Verhältnisse gewählt und dem Felde zugeführt werden, daß die Zusammensetzung des Bodens sich gleich bleibt.

Man weiß, daß gewisse Düngstoffe vorzugsweise der Kraut-, andere der Samenbildung günstig sind; die Phosphate vermehren in der Regel die Samenernte, und vom Gyps weiß man, daß, wenn er ein Steigen des Ertrages von Kleeheu bewirkt, eine sehr auffallende Verminderung der Samenbildung die Folge davon ist. Durch den Anbau von Kartoffeln oder Topinambur lassen sich die in der Ackerkrume überschüssig angehäuften, die Krautbildung fördernden Stoffe vermindern. Theoretisch ist demnach die Erhaltung einer gewissen Gleichförmigkeit der Bodenbeschaffenheit nicht unmöglich, sie ist aber durch die Bewirthschaftung eines Gutes mit Stallmist nicht erreichbar; ich werde später zeigen, daß durch fortgesetzte und ausschließliche Düngung mit Stallmist die Zusammensetzung des Feldes nach jedem Umlauf eine andere ist.

Die letzte Betrachtung, die wir an die sächsischen Versuche knüpfen wollen, ist die der Durchlässigkeit des Bodens in den verschiedenen Tiefen für die Mistbestandtheile. Die Tiefe, bis zu welcher die Alkalien, das Ammoniak, die löslich gewordenen Phosphate in die Erde eindringen, ist natürlich abhängig von dem Absorptionsvermögen derselben, und wenn wir uns die Felder, abwärts von der Oberfläche, in verschiedenen Schichten denken, welche scharf abgegrenzt natürlich nicht existiren, so ergibt sich z. B., daß auf dem Felde in Cunnersdorf der Klee von der Mistdüngung keinen Vortheil zog; der Kleeertrag war

nur um etwa 4 Procent größer als der vom ungedüngten Stücke, in Mäusegast nahm derselbe durch die Düngung um 30 Proc., in Oberbobritzsch um 200 Proc. zu. Dies will sagen, daß gewisse für den Klee unentbehrliche Nährstoffe in Mäusegast und Oberbobritzsch sehr viel tiefer in die Erde eindrangen als in Cunnersdorf und Kötitz, oder was das Nämliche ist, daß sie auf den Feldern an diesen beiden letzteren Orten auf ihrem Wege abwärts von den oberen Schichten zurückgehalten wurden. Aus den Erträgen des ungedüngten Stückes in Cunnersdorf hat sich durch Vergleichung mit den anderen ergeben, daß es in seinem Gehalt an Strohbestandtheilen den Feldern in Kötitz und Oberbobritzsch nicht nachstand, während es entschieden ärmer an den Haupt-Nährstoffen für das Korn, das ist an Phosphorsäure und vielleicht an Stickstoff war. Bei einer gleichen Zufuhr von Phosphaten und Ammoniak wird die oberste Erdschichte des Cunnersdorfer Feldes sehr viel mehr von diesen Stoffen zurückhalten als die der beiden anderen Felder, weil sie ärmer daran ist.

Man bemerkt an dem Steigen des Kartoffel- und Haferkorn- und Strohertrages, daß gewisse Mistbestandtheile bis zu den Erdschichten gelangten, aus welchen die Hauptmasse der Haferwurzeln ihre Nahrung zieht, und diese Schicht gestattete vermöge ihres Reichthums an Korn- und Strohbestandtheilen, in welchem sie die Ackerkrume übertraf, den Durchgang von einer kleinen Menge von Nährstoffen bis zum Klee.

Vergleicht man damit das Feld zu Kötitz und berücksichtigt man den außerordentlich niedrigen Haferkorn- und Strohertrag, so sieht man sogleich, daß dieses Feld in den tieferen Schichten sehr viel ärmer an Korn- und Strohbestandtheilen als das in Cunnersdorf war, während es dieses in der obersten Schicht in seinem Gehalte an Kornbestandtheilen übertraf.

Obwohl das Feld in Kötitz über $^1/_4$ mehr Stallmist empfangen hatte als das in Cunnersdorf, so gelangte dennoch nur ein höchst unbedeutender Theil davon bis zum Klee, weil die Bodenschichte oberhalb, die der Kleepflanze dienlichen Nährstoffe zurückgehalten hatte, welche hauptsächlich der Haferpflanze zu Gute kamen. Der Mehrertrag an Haferkorn war in Kötitz um mehr als das Doppelte höher als von dem Felde in Cunnersdorf. In Mäusegast zeigen sich ähnliche Verhältnisse; der ungewöhnliche Reichthum der Ackerkrume an Korn- und Strohbestandtheilen entspricht einem verhältnißmäßig geringen Absorptions- oder Zurückhaltungs-Vermögen für die löslich gewordenen Mistbestandtheile, von denen eine sehr beträchtliche Menge in die tiefsten Schichten gelangte. Aus dem gleichförmigen Steigen der aufeinanderfolgenden Erträge durch die Mistdüngung in Oberbobritzsch ergibt sich von selbst eine sehr gleichförmige Verbreitung der wirksamen Mistbestandtheile, wie etwa in einem Boden, der, wenn auch kein Sandboden, doch in seinem Sandgehalte um Vieles die anderen besprochenen Bodensorten übertrifft.

Es ist leicht einzusehen, daß die Bekanntschaft mit dem Absorptionsvermögen der Ackererde von diesen verschiedenen Feldern den Landwirth in den Stand setzt, im Voraus zu ermitteln, bis zu welcher Tiefe die von ihm im Miste zugeführten Nährstoffe in seinen Boden eindringen, und es versteht sich alsdann von selbst, daß er die mechanischen Hilfsmittel, die ihm zu Gebote stehen, um die Verbreitung derselben an den rechten Orten und in der rechten Weise zu befördern, um so wirksamer in Anwendung bringen kann.

Es würde keinen Zweck haben, diese Betrachtungen noch weiter auszudehnen; was ich damit erreichen will, ist, die Aufmerksamkeit des Landwirthes den Erscheinungen zuzulenken,

welche sein Feld während des Betriebes darbietet, weil eine jede bei näherer Beobachtung sein Nachdenken über den Grund derselben herausfordert. Es ist dies der Weg, um die Beschaffenheit des Feldes genau kennen zu lernen.

Beobachtung und Nachdenken sind die Grundbedingungen alles Fortschrittes in der Naturerkenntniß und es bietet der Feldbau in dieser Beziehung eine Fülle von Entdeckungen dar. Welch ein Gefühl des Glückes und der Befriedigung muß in der That die Seele des Mannes durchdringen, dem es gelungen ist, ohne Vermehrung seiner Arbeit oder seines Kapitals durch die verständige und geschickte Benutzung seiner genauen Bekanntschaft mit den Eigenthümlichkeiten seines Feldes, demselben dauernd ein Korn mehr abzugewinnen; denn ein solcher Erfolg hat nicht bloß für ihn, sondern für alle Menschen den höchsten Werth.

Wie unbedeutend und klein erscheint doch alles, was wir schaffen und entdecken, gegen das gehalten, was der Landwirth erzielen kann!

Alle unsere Fortschritte in Kunst und Wissenschaft vermehren nicht die Bedingungen der Existenz der Menschen, und wenn auch ein kleiner Bruchtheil der menschlichen Gesellschaft dadurch an geistigen und materiellen Lebensgenüssen gewinnt, so bleibt die Summe des Elendes in der großen Masse die nämliche. Ein Hungernder geht nicht in die Kirche, und ein Kind, welches in der Schule etwas lernen soll, darf keinen leeren Magen mitbringen, sondern muß noch ein Stück Brod in seiner Tasche haben.

Der Fortschritt des Landwirthes lindert hingegen die Noth und die Sorgen der Menschen und macht sie empfindungsfähig und empfänglich für das Gute und Schöne, was Kunst und Wissenschaft erwerben; er gibt unseren anderen Fortschritten erst den Boden und den rechten Segen.

Wir wollen jetzt die Aenderungen näher betrachten, welche ein gegebenes Feld in seiner Zusammensetzung bei dem Stallmistbetrieb erfährt; der Grund der Wiederherstellung des Ertragsvermögens durch Stallmist ist bei allen Feldern ohne Unterschied der nämliche, so verschieden auch die Rotationen oder die Pflanzen sein mögen, welche auf den Feldern gebaut werden.

Durch den Anbau von Korngewächsen und durch den Verkauf der Kornfrucht verliert die Ackerkrume eine gewisse Menge von Kornbestandtheilen, welche durch die Stallmistdüngung wiedergegeben werden müssen, wenn die früheren Erträge wiederkehren sollen.

Dieser Ersatz geschieht durch den Anbau von Futtergewächsen, von Rüben, Klee, Gras ꝛc., die auf dem Gute verfüttert werden und deren Bestandtheile zu einem großen Theile von den tieferen Erdschichten stammen, welche die Wurzeln der Halmpflanze nicht erreichen.

Diese Futtergewächse werden entweder, wie in England die Rüben auf dem Felde selbst, oder in dem Stalle verfüttert, ein Bruchtheil der Nährstoffe, welche diese Pflanzen enthalten, bleibt in dem Körper der Thiere, die damit ernährt wurden, zurück, während der Rest in der Form von flüssigen oder festen Excrementen zu Bestandtheilen des Stallmistes wird, dessen Hauptmasse aus dem Stroh besteht, welches als Streu gedient hat.

In Deutschland werden die Kartoffeln nicht unmittelbar verfüttert, sondern die Rückstände der Branntweinbrennereien, welche die ganze Summe der von den Kartoffeln dem Boden entzogenen Nährstoffe nebst den Bestandtheilen des für den Maischproceß dienenden Gerstenmalzes enthalten.

Da in der Regel in der Form von Stallmist der Ackerkrume alles Stroh wieder gegeben wird, was diese in der vorhergegangenen Rotation geliefert hat, so ist sie beim Anfang der

neuen Rotation ebenso reich wie zuvor an den Bedingungen der Stroherzeugung; es besteht unter diesen Verhältnissen kein Grund der Abnahme des Strohertrags.

Was den verfütterten Klee, die Rüben, Kartoffelschlempe ꝛc. betrifft, so bleibt wie erwähnt in dem Körper der Arbeitsthiere, der Pferde, Ochsen, sowie überhaupt in dem der erwachsenen Thiere, die damit ernährt wurden und deren Gewicht sich nicht merklich ändert, sehr wenig von den Bestandtheilen des verzehrten Futters zurück, aber ein Theil davon bleibt im jungen Vieh, in dem Körper der Schafe, in der Milch und dem Käse, und dieser gelangt nicht in den Mist und kehrt nicht auf das Feld zurück. Wenn man den Verlust, den das Feld an Phosphorsäure und Kali in den ausgeführten Thieren und animalischen Producten (Wolle, Käse ꝛc.) erleidet, auf $^1/_{10}$ der in den Kartoffeln, Rüben, Klee enthaltenen Phosphorsäure anschlägt, so ist dies vielleicht schon zu hoch. In keinem Falle wird man einen großen Fehler begehen, wenn man annimmt, daß $^9/_{10}$ aller Rüben-, Kartoffel- oder Kleebestandtheile dem Felde im Stallmiste wieder gegeben werden, wodurch die Ackerkrume nach der Düngung in einer neuen Rotation an Kartoffel-, Klee- und Rübenbestandtheilen reicher wird, als sie vorher war, da die letzteren von den tieferen Schichten stammen.

Die wirksamen Mistbestandtheile werden von den oberen Schichten des Feldes zum bei weitem größten Theile zurückgehalten und die tieferen Bodenschichten empfangen sehr wenig von dem zurück, was sie verloren haben, woher es dann kommt, daß das Vermögen der letzteren, gleich hohe Klee- oder Rübenernten zu liefern, nicht wiederhergestellt wird.

Die Bodenbestandtheile, welche die Thiere von den Rüben, dem Klee, Kartoffeln ꝛc. empfangen haben und die in ihrem Körper zurückbleiben, sind sehr nahe in Quantität und Qualität

identisch mit denen der Kornfrüchte, und man kann mithin den Verlust, den das Feld erleidet, gleich setzen dem ausgeführten Korn, plus den Kornbestandtheilen, welchen die Futtergewächse an die Thiere abgegeben haben.

Die Wiederherstellung des vollen Ertrags des Feldes an Korn setzt naturgemäß voraus das Gleichbleiben der Bedingungen zur Erzeugung dieses Ertrages in derjenigen Bodenschicht, die ihn geliefert hat, mithin die volle Wiedererstattung der der Ackerkrume entzogenen Nährstoffe für das Korn.

Wenn der Stallmist nur Stroh- und Kartoffelbestandtheile enthielte und nichts Anderes, so würde durch Düngung eines Feldes mit solchem Miste das Ertragsvermögen der Ackerkrume für eine Stroh- und Kartoffelernte, aber nicht für die gleiche Kornernte wieder hergestellt werden. Die Ackerkrume bleibt ebenso reich an Nährstoffen für das Stroh und die Kartoffeln, sie ist aber um die ganze Quantität der ausgeführten Nährstoffe für das Korn ärmer.

Wenn durch den Stallmist der Kornertrag wieder hergestellt werden soll, so muß derselbe nothwendig eine dem Verlust entsprechende Menge Kornbestandtheile enthalten, entweder ebensoviel oder auch mehr als ausgeführt worden ist.

Dies hängt natürlich von der Summe der Nährstoffe für das Korn ab, welche von dem Klee oder den Rüben nach ihrer Verfütterung in den Stallmist übergegangen sind.

Ist diese Zufuhr größer als der Verlust, so wird die Ackerkrume thatsächlich an Kornbestandtheilen reicher, sie wird aber in diesem Falle auch an den Bedingungen der Vermehrung des Strohertrags und des Ertrages an Knollengewächsen bereichert. Wenn mit dem Stallmiste also (durch seine Klee- oder Rübenbestandtheile) der Gehalt an Phosphorsäure und Stickstoff in der Ackerkrume vermehrt wird, so steigt in einem noch viel größe-

ren Verhältnisse ihr Kali- und Kalkgehalt und um etwas ihr Kieselsäuregehalt, und da in dem Stallmist, wie bemerkt, die ganze Summe der entzogenen Strohbestandtheile auf das Feld wiederkehrt, so steigen die Korn-, Stroh- und Kartoffelernten.

Dieses Steigen der Erträge aller Culturpflanzen, welche ihre Hauptbestandtheile aus der Ackerkrume empfangen, kann sehr lange dauern, allein es hat bei allen Feldern eine ganz bestimmte Grenze.

Es kommt für ein jedes Feld, bei dem einen früher, bei einem anderen später, die Zeit, wo der Untergrund, der sich gegen die Klee- oder Rübenpflanze genau ebenso verhält, wie die Ackerkrume gegen die Halmgewächse, durch die dauernde Entziehung von Nährstoffen, von Phosphorsäure, Kali, Kalk, Bittererde ꝛc., die demselben nicht wiederersetzt wurden, an seinem Ertragsvermögen für Klee oder Rüben abnimmt, wo also die der Ackerkrume in dem Kornbau genommenen Nährstoffe aus dem Vorrathe der aus den tieferen Schichten durch den Klee oder die Rüben in die Höhe gehoben worden ist, nicht mehr ersetzt werden. Die hohen Erträge des Feldes nehmen, auch wenn der Klee anfängt zu mißrathen, darum noch lange nicht ab; denn wenn die Ackerkrume durch den Klee oder die Rüben nach jedem Umlaufe mehr an Kornbestandtheilen empfangen hat, als sie durch die Kornausfuhr verlor, so kann sich nach und nach ein solcher Ueberschuß an diesen Nährstoffen anhäufen, daß dem Landwirth die wahre Beschaffenheit seines Feldes völlig entgeht; indem er Wicken, Weißklee und andere Futtergewächse in seinen Betrieb einschiebt, die ihre Nahrung den oberen Bodenschichten entnehmen, gelingt es ihm, seinen Viehstand aufrecht zu erhalten, und er gibt sich der Meinung hin, daß alle Dinge in seinem Felde gerade so vor sich gingen wie früher, als sein Klee oder seine Rüben noch gute Ernten gaben. Dies ist natürlich nicht der

Fall, denn ein wirklicher Ersatz findet nicht mehr statt; seine hohen Kornernten erzielt er jetzt auf Kosten der im Ueberschusse in der Ackerkrume angehäuften Nährstoffe, die er durch die eingeschalteten Futtergewächse in Bewegung setzt und durch den Stallmist nach jedem Umlaufe wieder gleichförmig in der Ackerkrume verbreitet.

Sein Misthaufen ist an Masse und Umfang vielleicht größer noch als vorher, da aber aus dem Untergrund oder aus den tieferen Schichten keine Nährstoffe durch den Klee oder die Rüben mehr hinzukommen, so nimmt dessen Vermögen, die Fruchtbarkeit der Ackerkrume wieder herzustellen, fortwährend ab; wenn der Ueberschuß verzehrt ist, so kommt der Zeitpunkt, wo die Kornerträge abnehmen, während die Stroherträge im Verhältniß höher ausfallen als früher, denn die Bedingungen der Stroherzeugung haben stätig zugenommen.

Die Wahrnehmung der Abnahme seiner Kornernten entgeht dem Landwirthe natürlich nicht, sie fordert ihn zur Drainirung, zur besseren mechanischen Bearbeitung und Wahl anderer Culturgewächse auf, welche den Klee und die Rüben ersetzen, er schaltet in seinen Umlauf, wenn der Untergrund seiner Felder es gestattet, Luzerne oder Esparsette, die mit ihren längeren und noch mehr sich verzweigenden Wurzeln noch tiefere Bodenschichten als der rothe Klee erreichen, und zuletzt die wahre Hungerpflanze, die gelbe Lupine ein.

Durch diese „Verbesserungen" seines Betriebes, die der Landwirth als Fortschritte ansieht, steigen wieder die Kornerträge in der Stallmistwirthschaft, es häuft sich möglicherweise wieder ein Vorrath von Nährstoffen in der Ackerkrume an, aus tieferen Magazinen, aber auch diese werden nach und nach leer, und auch der Vorrath in der Ackerkrume erschöpft sich.

Dies ist das natürliche Ende der Stallmistwirthschaft.

Die Felder, welche zu den Versuchen in Sachsen gedient haben, geben sehr gute Beispiele für die verschiedenen Zustände ab, in welche die Felder überhaupt durch die reine Stallmistwirthschaft versetzt werden.

Das Feld in Cunnersdorf befindet sich in der ersten, das in Mäusegast in der zweiten, die Felder in Kötitz und Oberbobritzsch in der dritten der eben angedeuteten Perioden der Stallmistwirthschaft.

In Cunnersdorf wird die durch den früheren Betrieb erschöpfte Ackerkrume mit jedem Umlauf reicher an den Bedingungen der Kornerzeugung; es wird durch den Klee nicht allein der Verlust durch den Kornbau ersetzt, sondern es muß sich nach und nach ein bemerklicher Ueberschuß an allen Nährstoffen darin anhäufen, und in einer Reihe von Jahren, in der Voraussetzung des fortdauernden Stallmistbetriebes, wird das Feld ganz die Beschaffenheit des Feldes in Mäusegast haben; die Ackerkrume wird ein sehr hohes Ertragsvermögen für Korn und andere Früchte gewinnen, während die Kleeernten abnehmen. Die Felder in Kötitz und Oberbobritzsch besaßen höchstwahrscheinlich in einer früheren Zeit eine ähnliche Beschaffenheit wie das Feld in Mäusegast; damit ist nicht gesagt, daß sie ebenso hohe Ernten wie dieses jemals gegeben hatten, sondern nur, daß die ungedüngten Stücke zu irgend einer Zeit höhere Ernten als im Jahre 1851 gegeben haben. Ohne Zuschuß von Wiesen oder von anderen Feldern, die nicht in die Rotation eingeschlossen sind, müssen die Erträge derselben fortwährend fallen; was der Klee an diesen beiden Orten der Ackerkrume gibt, ist lange nicht zureichend, um das, was derselben genommen wird, zu ersetzen.

In der folgenden Berechnung ist angenommen, daß von

den erzielten Ernten, der Roggen und Hafer als solche, und von den Kartoffeln und dem Klee 1/10 in der Form von Vieh ausgeführt worden seien *).

Cunnersdorf.

Die Ackerkrume verlor:	Phosphorsäure	Kali	
Ausfuhr in 1176 Pfd. Roggenkorn .	10,2 —	5,5	Pfunde
„ „ 2019 „ Hafer . . .	15,3 —	7,7	„
„ „ in 1/10 der Kartoffelernte .	2,3 —	1,1	„ **)
„ „ in 1/10 der Kleeernte . .	4,0 —	2,0	„ **)
Verlust im Ganzen	31,8 —	16,3	Pfunde
Die Ackerkrume empfing:			
9/10 von 9144 Pfund Kleeheu .	36,18 —	95,5	Pfunde
im Ganzen mehr	4,38 —	79,2	Pfunde

Die Ackerkrume in Cunnersdorf empfing mithin im Stallmiste mehr Phosphorsäure und mehr Kali, als sie abgegeben hatte.

Bei dieser Berechnung kommt es natürlich nicht darauf an, wieviel von dem Korn oder Hafer ausgeführt wurde; mehr als das Feld ertrug, konnte nicht ausgeführt werden, und eine kleinere Ausfuhr konnte nur bewirken, daß in dem Felde die Phosphorsäure und das Kali sich um so mehr anhäuften.

*) Der Gehalt an Phosphorsäure und Kali ist in der Rechnung angenommen wie folgt:

	Roggen Korn	Roggen Stroh	Hafer Korn	Hafer Stroh	Kartoffeln	Kleeheu
Phosphorsäure . .	0,864 —	0,12 —	0,75 —	0,12 —	0,14 —	0,44
Kali	0,47 —	0,52 —	0,38 —	0,94 —	0,58 —	1,16

**) Die Kalimenge ist nach dem Verhältniß der Phosphorsäure im Korn berechnet auf 2 Gewichtsthle. Phosphorsäure und 1 Gewichtsthl. Kali.

Mäusegast.

		Phosphorsäure		Kali
Die Ackerkrume verlor im	Roggenkorn, Gerstenkorn, $^1/_{10}$ Kartoffeln, $^1/_{10}$ Klee	35,4	—	18,1
Die Ackerkrume gewann in $^9/_{10}$ der Kleeernte		22,0	—	62,0
	an Phosphorsäure weniger	13,4,	an Kali mehr	43,9

Kötitz.

	Phosphorsäure	Kali
Die Ackerkrume verlor im Roggen — Haferkorn — $^1/_{10}$ Kartoffeln und Klee	26,4 Pfd.	12,7 Pfd.
gewann im Klee	8,5 „	11,0 „
Verlust	16,1 Pfd.	1,7 Pfd.

Die Rechnung für das Feld in Oberbobritzsch stellt sich ähnlich wie für das letztere. Während die Ackerkrume in Mäusegast in Folge der höheren Kleeerträge noch an Kali gewinnt, vermindert sich allmälig durch die Kornernten der Kaligehalt in dem kalireichen Boden zu Kötitz.

Diese drei Felder geben ein Bild von dem Verhalten aller Felder in der reinen Stallmistwirthschaft, in welcher der Ersatz durch Dünger von Außen ausgeschlossen ist.

Der Ersatz durch angekauftes Futter oder auf natürlichen Wiesen gewonnenes Heu ist gleich zu setzen dem Zukauf von Dünger.

Es ist selbstverständlich, daß man einem Culturfelde nicht mehr Stallmist zuführen kann, als es erzeugt, und nur dann mehr, wenn man die Stallmistbestandtheile einem anderen nimmt, was naturgemäß die Folge hat, daß das letztere um ebensoviel verliert, als das andere mehr empfängt.

Geht man in diesen Betrachtungen von den gedüngten

Feldern aus, so fallen die Kornernten, sowie in vielen Fällen die Klee- oder Rübenernten, höher aus; die Ackerkrume verliert mehr durch die Kornausfuhr und empfängt mehr durch den mehrerzeugten Stallmist; das Endergebniß ist aber das nämliche.

Man bemerkt, daß in der Fruchtwechselwirthschaft, die Ackerkrume während einer langen Zeit, mit jedem Umlaufe, an Kali, sowie an Kalk, Bittererde (den vorwaltenden Bestandtheilen des Klees und der Rüben) und an Kieselsäure sehr viel reicher wird, als sie von Natur ist.

Diese Stoffe sind die vorwaltenden Bedingungen der Kraut- und Wurzelerzeugung; das Feld wird, wie der Landwirth sagt, zur Verunkrautung*) geneigt, ein Uebel, welches eine nothwendige Folge der Stallmistwirthschaft ist und zu dessen Beseitigung er den Fruchtwechsel für ganz unentbehrlich hält.

*) Die schädlichsten dieser Unkrautpflanzen sind:
Der Hederich (Raphanus Raphanistrum), die Kornrade (Agrostemma Githago), die Kornblume (Centaurea Cyanus), die Feldkamille (Matricaria cham.), die Ackerkamille (Anthemis arvensis); es sind dies lauter Pflanzen, welche in ihrer Asche ebensoviel Kali als der Klee und 7 bis 18 Procent Chlorkalium enthalten, ein Salz, welches einen hauptsächlichen Bestandtheil des Urins der Thiere ausmacht, und im Stallmist dem Felde zugeführt wird.

	II. Maltric. cham.	I. Matricaria cham.	Anthemis arvensis	Centaurea Cyanus	Agrostemma Githago
Proc. Asche	8,51	9,69	9,66	7,32	13,20
Die Asche enthält:					
Kali	25,49	32,386	30,57	36,536	22,86
Chlorkalium	18,4	14,25	7,15	11,88	7,55
Phosphorsäure . . .	5,1	7,80	9,94	6,59	6,64
Phosphorsaures Eisen	2,39	2,39	4,77	2,34	1,80

(Rüling in den Annalen der Chemie und Pharm. Bd. 56, S. 122.)

In der Regel glaubt man, daß die Hacke das Mittel hierzu sei, allein die mechanische Bearbeitung kann die Entwicklung der Unkrautpflanzen auf eine spätere Zeit verschieben, nicht verhindern. Die Hacke hat einen Theil an der Beseitigung, aber nicht allen.

In dem Feldbau richtet sich die Fruchtfolge jederzeit und unter allen Umständen nach den Halmgewächsen; man läßt diejenigen Pflanzen vorangehen, durch deren Cultur die Kornernten nicht beeinträchtigt, vielleicht noch günstiger gemacht werden, aber die Wahl derselben wird jederzeit durch die Beschaffenheit des Bodens bestimmt.

In einem an Krautbestandtheilen reichen Felde ist es häufig nützlich, Tabak oder Reps dem Weizen; Rüben oder Kartoffeln dem Roggen vorhergehen zu lassen, und man versteht, daß durch diese Gewächse, indem sie eine große Menge Krautbestandtheile dem Boden entziehen, ein richtigeres Verhältniß zwischen Stroh- und Kornbestandtheilen für die nachfolgende Halmfrucht hergestellt wird, sowie sich denn dadurch die Bedingungen des Gedeihens der Unkrautpflanzen in der Ackerkrume vermindern.

Die vorstehenden Betrachtungen über die Erträge der sächsischen Felder, die sie ohne Düngung und mit Stallmist gedüngt geliefert haben, geben, wie ich glaube, eine vollständige Einsicht in das Wesen der Stallmistwirthschaft; in dem Verhalten dieser Felder spiegelt sich die Geschichte des Feldbaues ab.

In der ersten Zeit oder auf einem jungfräulichen Boden baut man Korn auf Korn, und wenn die Ernten abnehmen, so wechselt man mit dem Felde; die Zunahme der Bevölkerung setzt nach und nach diesem Wandern eine Grenze, man bebaut dieselbe Oberfläche, indem man sie abwechselnd brach liegen

läßt, man beginnt zugleich, das verlorene Ertragsvermögen der Felder durch Dünger, den natürliche Wiesen liefern, wiederherzustellen, und wenn diese nicht mehr ausreichen, so führt dies zum Futterbau auf den Feldern selbst; man benutzt den Untergrund als künstliche Wiese, im Anfange ohne Unterbrechung, dann läßt man den Klee und die Rüben in immer längeren Zwischenräumen einander folgen; zuletzt hört der Anbau von Futtergewächsen und damit die Stallmistwirthschaft auf; ihr endlicher Erfolg ist die völlige Erschöpfung des Bodens, insofern die Mittel allmälig ausgehen, um das Ertragsvermögen der Felder wieder herzustellen.

Alles dies geht natürlich ganz außerordentlich langsam vor sich, und erst die Enkel und Urenkel sehen den Erfolg. Wenn in der Nähe der Feldgüter sich Wälder befinden, so sucht der Bauer sich mit Waldstreu zu behelfen; er bricht die natürlichen Wiesen um, welche noch reich sind an Pflanzen-Nährstoffen, und verwandelt sie in Ackerfeld, dann brennt er die Wälder nieder und benutzt die Asche zur Düngung; wenn dann die Bevölkerung allmälig sich vermindert, so baut er ein Feld in zwei Jahren einmal (wie in Catalonien), dann in drei Jahren nur einmal (wie in Andalusien) an *).

*) Schon Kaiser Karl V. gab Verordnungen, welche anbefohlen, die in jüngster Zeit zu Ackerfeld umgeackerten Wiesen auf's Neue zu Wiesen zu machen. Aber nicht erst Karl V., schon die ersten katholischen Könige und früher noch Pedro der Grausame von Castilien hatten solche Verordnungen erlassen. Ja selbst vor der Zeit, in welcher am Anfang des 15. Jahrhunderts Henrique von Castilien das Verbot erließ, daß bei Todesstrafe kein Rindvieh fernerhin ausgeführt werden dürfe, hatte schon im Anfang des 14. Jahrhunderts König Alonzo Onzeno Verordnungen zur Rettung der Wiesen und Weiden erlassen. (Bilder aus Spanien von Karl Freiherrn von Thienen-Adlerflycht. Berlin Dunker. S. 241.) Alles ohne Erfolg, denn was ist die Macht auch der mächtigsten Monarchen gegen die eines in seinen Wirkungen unaufhaltsamen Naturgesetzes!!

Kein verständiger Mensch, welcher mit unbefangenem Sinne den gegenwärtigen Zustand des Feldbaues einer gründlichen Betrachtung würdigt, kann über das Stadium, in welchem sich die europäische Landwirthschaft befindet, im geringsten Zweifel sein. Alle Länder und Gegenden der Erde, in welchen der Mensch nicht Sorge trug, seinen Feldern die Bedingungen der Wiederkehr seiner Ernten zu erhalten, sehen wir von der Periode ihrer dichtesten Bevölkerung an, nach und nach der Unfruchtbarkeit und der Verödung verfallen. Man ist gewöhnt den Grund in politischen Ereignissen und in den Menschen zu suchen, die ihren guten Theil daran haben mögen, aber man kann hier wohl fragen, ob nicht eine weit tiefer liegende, dem Historiker nicht so leicht erkennbare Ursache viele dieser Erscheinungen im Völkerleben mit bedingt und ob nicht in der Mehrzahl der Fälle die ausrottenden Kriege der Völker durch das unerbittliche Gesetz der Selbsterhaltung veranlaßt gewesen sind? Die Völker haben ihre Jugend, ihr Alter, und sterben dann ab; so sieht es von Weitem aus, aber in der Nähe betrachtet, erkennt man, da die Bedingungen des Fortbestehens der Menschen, insofern erstere in der Erde liegen, sehr begrenzt und erschöpfbar sind, daß die Bevölkerungen sich selbst ihre Gräber gruben, welche diese Bedingungen nicht zu erhalten wußten; da, wo es geschah (wie z. B. in China und Japan), starben sie nicht ab.

Nicht die Fruchtbarkeit der Erde, wohl aber die Dauer der Fruchtbarkeit liegt in dem Willen der Menschen; und es ist zuletzt für das große Ganze ziemlich gleichgültig, ob eine Nation in einem an Fruchtbarkeit stetig abnehmenden Lande allmälig untergeht, oder ob sie, wenn sie die stärkere ist, um ihr Fortbestehen zu behaupten, eine andere in einem an den Bedingungen desselben reicheren Lande ausrottet und sich an ihre Stelle setzt.

Kann man es wirklich nur für Laune oder Zufall halten, daß der Landbauer in den huertas von Valencia jährlich von demselben Boden dreimal erntet, während dicht daran in einer benachbarten Gegend das Feld in drei Jahren nur einmal bebaut wird, daß man in Spanien die Wälder aus bloßem Unverstande niederbrannte, um die Asche der Bäume zur Wiederherstellung der Fruchtbarkeit der Ackerfelder zu benutzen? (siehe Anhang G).

Muß nicht ein Jeder, der sich nur einigermaßen mit den naturgesetzlichen Bedingungen des Feldbaues bekannt gemacht hat, einsehen, daß der seit Jahrtausenden in den meisten Ländern übliche Betrieb die Verarmung und Erschöpfung auch der fruchtbarsten Länder unvermeidlich nach sich ziehen mußte, und läßt es sich denken, daß für die europäischen Cultur-Länder die gleichen Ursachen ausnahmsweise nicht die gleichen Wirkungen haben werden?

Ist es unter diesen Umständen recht oder vernünftig, auf die Lehren der leichtfertigen Thoren zu achten, die mit ihren elenden chemischen Analysen in einem jeden Boden, den man ihnen gibt, einen unerschöpflichen Vorrath von Nährstoffen nachweisen, selbst in solchem, der keine Klee-, keine Rüben- und keine Kartoffelernten mehr liefert und der wieder tragbar für Klee, für Kartoffeln und Rüben wird, wenn man ihn mit Asche oder Kalk an den rechten Orten düngt?

Im Angesichte der täglichen Erfahrung, daß die Kornfelder, um fruchtbar zu bleiben, nach einer kurzen Reihe von Jahren gedüngt werden müssen, ist es ein Verbrechen gegen die menschliche Gesellschaft, eine Sünde gegen die öffentliche Wohlfahrt, die Meinung zu verbreiten, daß die Futtergewächse, welche den Mist für die Kornfelder liefern, ohne Aufhören auf dem Felde die Bedingungen ihres Gedeihens vorfinden, daß das Natur-

gesetz nur für die eine Pflanzengattung und keine Geltung für eine andere habe. Die Lehren dieser Männer führen zu keinem anderen Ziel, als die Landwirthschaft auf der niedrigen Stufe zu erhalten, die sie bis jetzt einnimmt. In England ist sie ein rein mechanisches Gewerbe, und man betrachtet dort den Dünger als die Schmiere, welche die Maschine braucht, um in Bewegung zu bleiben.

In Deutschland ist sie ein abgearbeitetes Pferd, dem man statt des Futters Schläge gibt; nirgendwo erkennt man ihre wahre Schönheit, daß sie einen geistigen Inhalt und gleichsam eine Seele hat; eben dadurch, nicht blos wegen ihrer Nützlichkeit, steht sie über allen Gewerben, und ihr Betrieb gewährt dem, welcher die Sprache der Natur versteht, nicht nur alle Vortheile, die er erstrebt, sondern auch Genüsse, so wie sie nur die Wissenschaft gewähren kann.

Unter allen Uebeln in der menschlichen Gesellschaft ist unzweifelhaft die Unwissenheit das Grundübel und darum das größte. Dem Unwissenden, sei er auch noch so reich, schützt sein Reichthum nicht vor der Armuth, und der Arme, der das Wissen hat, wird durch sein Wissen reich. Ohne daß der unwissende Landwirth es nur gewahr wird, beschleunigt sein Fleiß, sein Sorgen und Mühen nur sein Verderben; die Erträge seiner Felder nehmen fortwährend ab und seine gleich ihm unwissenden Kinder und Enkel sind zuletzt unvermögend, sich auf der Scholle zu behaupten, auf der sie geboren sind, und ihr Land fällt in die Hände dessen, der das Wissen hat; denn in dem Wissen liegt die Kraft, welche das Kapital und die Macht erwirbt, und die damit naturgesetzlich den Wiederstandslosen von dem Erbe seiner Väter vertreibt.

Für das Thier, das für sich selbst nicht sorgen kann, sorgt das Naturgesetz, es ist sein Herr; es sorgt nicht für den

Menschen, denn der Mensch, der in ihm die Gedanken Gottes versteht, ist der Herr des Naturgesetzes, ihm dienet es hülfreich und willig. Das Thier bringt sein Wissen und Können mit auf die Welt, es wächst ohne sein Zuthun mit ihm, vom Mutterleibe an; dem Menschen aber verlieh der Schöpfer die Vernunft und schied ihn durch diese Gabe vom Thiere; sie ist das göttliche Pfund, mit dem er wuchern soll und von dem gesagt wird: »der da hat, dem wird gegeben werden, von dem aber der nicht hat, wird auch das genommen werden, was er hat«; nur was der Mensch mit diesem »Pfunde« erwirbt, gibt ihm die Macht über die irdischen Kräfte. —

Der Irrthum, welcher aus dem Mangel an Wissen entspringt, hat seine Berechtigung, denn Niemand hält daran fest, der ihn erkannt hat und der Streit des Irrthums mit einer jungen Wahrheit ist das naturgemäße Ringen der Menschen nach Erkenntniß; in diesem Kampfe muß sie erstarken, und wenn der Irrthum siegt, so beweist dies nur, daß sie noch zu wachsen hat, nicht daß der Irrthum die Wahrheit ist.

Von jeher ist das »Bessere« der Feind des Guten gewesen, aber man begreift darum nicht, warum in so vielen Fällen die Unwissenheit der Feind der Vernunft ist!

Es gibt kein Gewerbe, welches zu seinem gedeihlichen Betriebe einen größeren Umfang von Kenntnissen erheischt, als die Landwirthschaft und kein's, in welchem die Unwissenheit größer ist.

Der Wechselwirth, dessen Betrieb auf der ausschließlichen Anwendung des Stallmistes beruht, bedarf nur einer sehr geringen Beobachtungsgabe, ja nur den Willen zu beobachten, um an unzähligen Merkzeichen zu erkennen, daß durch eine mit allem Aufwande von Arbeit und Fleiß betriebene Stallmisterzeugung seine Felder an Ertragsvermögen nicht zugenommen haben.

Wenn durch den Stallmist ein Feld in der That auf die Dauer an Nährstoffen reicher gemacht werden könnte, als es von Natur ist, so sollte man erwarten, daß eine funfzigjährige Düngung eine stetige Zunahme in den Erträgen zur Folge gehabt haben müsse.

Wenn aber der Fruchtwechselwirth seine jetzigen Erträge mit seinen früheren, oder denen, die sein Vater oder Großvater erzielte, unbefangen und ohne Vorurtheil vergleicht, so wird Keiner sagen können, daß sie zugenommen haben, nur Wenige, daß sie sich gleich geblieben sind; die Mehrzahl wird finden, daß ihre Erträge an Stroh durchschnittlich höher und die Kornerträge niedriger, und im Verhältnisse niedriger, als sie sonst höher waren, ausfallen, und daß sie das Geld, welches ihre Eltern in ihren früheren höheren Erträgen, die sie für die Folgen ihrer Verbesserungen hielten, mehr eingenommen haben, jetzt wieder ausgeben müssen, um Düngstoffe anzukaufen, die man früher glaubte „erzeugen“ zu können, sie werden gewahr, daß sie jedenfalls nur einmal erzeugt, aber auf die Dauer nicht wiedererzeugt werden können.

In gleicher Weise wird der Dreifelderwirth, dessen reicher Boden ihm gestattete, seinen Betrieb beizubehalten, der noch reiche Wiesen hat, und von der Düngernoth noch nicht berührt ist, welcher ebenso reiche Ernten und schwereres Korn als der Fruchtwechselwirth erzeugt, der sich einbildet, sein Betrieb habe gemacht, was ihm sein Boden freiwillig gibt, auch dieser wird ausnahmslos die Erfahrung machen, daß seine Felder an den Bedingungen ihrer Fruchtbarkeit erschöpfbar sind, und daß es ein Irrthum sei zu glauben, die Kunst des Landwirthes bestehe darin, den Mist in Korn und Fleisch zu verwandeln.

Ein einfaches Naturgesetz beherrscht die Dauer der Erträge der Felder. Wenn die Höhe des Ertrages eines Feldes bedingt ist von der Oberfläche der im Boden vorhandenen Summe von

Nährstoffen, so hängt die Dauer der Erträge ab von dem Gleichbleiben dieses Verhältnisses.

Dieses Gesetz des Wiederersatzes, der durch die Ernten dem Boden genommenen Nährstoffe ist die Grundlage des rationellen Betriebes und muß von dem praktischen Landwirth, vor allem Anderen im Auge behalten werden; er kann vielleicht darauf verzichten, seine Felder fruchtbarer zu machen als sie von Natur sind, er kann aber nicht auf das Gleichbleiben seiner Ernten rechnen, wenn er die Bedingungen derselben in seinem Boden vermindert.

Bei allen den Landwirthen, welche die Meinung hegen, daß die Erträge ihrer Felder nicht abgenommen haben, hat dieses Gesetz seine eigentliche Geltung noch nicht gefunden; indem sie voraussetzen, daß sie mit einem Ueberschuß von Nährstoffen wirthschaften, glauben sie so lange davon hinwegnehmen zu dürfen, bis sich ein Ausfall bemerklich mache, es sei dann Zeit genug an den Ersatz zu denken.

Diese Ansicht beruht auf dem Mangel an Verständniß ihres eigenen Thuns.

Es läßt sich sicherlich nicht bestreiten, daß die Düngung eines Feldes, welches einen Ueberschuß an Nährstoffen enthält, einer verständigen Bewirthschaftung widerspricht; denn welchen Zweck konnte eine Vermehrung von Nährstoffen in einem Felde haben, in welchem ein Theil der bereits vorhandenen, ihrer Masse wegen, nicht zur Wirksamkeit kommen kann!

Wie können aber vernünftige Männer von einem Ueberschusse sprechen, welche, um gleich hohe Ernten zu haben, genöthigt sind zu düngen? deren Erträge fallen, wenn sie nicht düngen!

Die einfache Thatsache „sagen Andere", daß in gewissen Gegenden, z. B. der Rheinpfalz, der Ackerbau blühe seit den

Römerzeiten, und daß der Boden dort noch ebenso reiche, ja noch höhere Erträge gebe, als in andern Ländern, beweise, wie wenig an einen Mangel oder an eine Erschöpfung der Felder durch den fortgesetzten Anbau zu denken sei, denn an diesen müsse vor anderen diese Erscheinung wahrgenommen werden, wenn sie überhaupt eintrete.

Aber der Ackerbau ist in den europäischen Cultur=Ländern wenigstens noch sehr jung, wie wir aus Karl des Großen Zeiten mit der größten Bestimmtheit wissen; seine Verordnungen über die Bewirthschaftung seiner Güter (Capitulare de villis vel curtis imperatoris), welche Vorschriften für die Verwalter derselben enthielt, sowie die Berichte der Beamten an den Kaiser (Specimen Breviarii rerum fiscalium Caroli Magni), welche auf seinen Befehl jene Landgüter besichtigen mußten, sind unverwerfliche Zeugnisse, daß von eigentlichem Ackerbau damals noch keine Rede war. Vom Getreidebau kommt im Capitulare wenig vor, mit Ausnahme der Hirse. In dem Breviarium ist berichtet, daß die Commissarien in Stefanswerth (einem Kammergute des Kaisers), zu welchem 740 Morgen (iurnales) Ackerland und Wiesen gehörten, von welchen 600 Karren Heu gemacht werden konnten, kein Getreide vorräthig fanden, hingegen eine Menge Vieh, 27 große und kleine Sicheln und nur 7 breite Hacken zum Bau von 740 Morgen Feld!

Auf einem andern Gute fanden sich 80 Körbe Spelt, ausreichend für 400 Pfd. Mehl ($1\frac{1}{3}$ Scheffel oder etwas mehr als 3 hectoliter) 90 Körbe Spelt vom laufenden Jahr, aus welchem 450 Pfd. Mehl gemacht werden können. Dagegen 330 Schinken!

Auf einem andern Gute war der Ertrag oder Bestand zu 20 Körben Spelt (= 100 Pfd. Mehl) vom vorigen Jahr und 30 Körbe Spelt, von welchen einer gesäet war.

Man bemerkt leicht, daß damals die Viehzucht vorherrschte

und der Kornbau in dem Betriebe eine sehr untergeordnete Stelle einnahm *). Eine Urkunde aus der Zeit kurz nach Karl sagt hierüber: „Jährlich sollten drei Joche auf einem Feldgute" gepflügt und mit herrschaftlichem Samen besäet werden. (S. die Getreide-Arten und das Brod von Freih. von Bibra. Nürnberg. Schmid 1860.)

Wir besitzen hiernach keinen einzigen zuverlässigen Beweis, daß irgend ein Feld in Deutschland, Frankreich, vielleicht mit Ausnahme Italiens von der Zeit Karl des Großen an bis zu uns zum Kornbau gedient hat und es empfängt die Beweisführung der Nichterschöpflichkeit der Felder einen beinahe kindischen Charakter, weil in sie, wie selbstverständlich die Vorstellung hineingelegt ist, daß man dem Felde Korn genommen habe, ohne ihm die Bedingungen seiner Wiedererzeugung zu erstatten. Ein Feld wird darum nicht unfruchtbar für Korn, weil es hohe Kornernten geliefert hat, sondern es hört auf Kornernten zu liefern, wenn man ihm nicht ersetzt, was man ihm an Kornbestandtheilen genommen hat und eine Viehwirthschaft erleichtert diesen Wiederersatz um so mehr, je ausgedehnter sie ist, wenn überhaupt der, welcher das Feld baut, mit der Wirkung des Mistes vertraut ist; zu Karl's des Großen Zeit war diese wohlbekannt, man düngte die Winterfrucht mit Mist, von welchem man den Rindvieh- (Gor genannt) von dem Pferde-Mist („Dost" oder „Deist") unterschied. Auch das Mergeln war damals in Deutschland schon üblich.

Was die Rheinpfalz im Besonderen betrifft als ein Beweisstück für die Unerschöpflichkeit des Bodens, so habe ich im vorigen Herbste bei Gelegenheit der Naturforscherversammlung in Speyer, Gelegenheit gehabt, mich nach den dortigen thatsächlichen

*) Bemerkenswerth ist, daß Karl der Große auf seinen Gütern die Dreifelderwirthschaft einführte, die er in Italien kennen gelernt hatte.

Verhältnissen näher zu erkundigen; die bayerische Rheinpfalz umfaßt in den Abdachungen des Haardtgebirges nach dem Rhein hin, einen Distrikt von großer Fruchtbarkeit, die Gegend ist bewohnt von einer außerordentlich fleißigen Bevölkerung, die in kleinen Städten und Dörfern verbreitet ist; beinahe jeder Handwerker bis zum Schneider und Schuster herab, besitzt ein kleines Stück Feld, auf dem er seine Kartoffeln und Gemüse zieht; von einer Getreideausfuhr aus diesem Distrikte ist keine Rede, wohl aber wird Getreide und sehr viel Dünger aus Mannheim, Heidelberg und weiter her eingeführt; was in den Häusern der Städte und Dörfer an Düngstoffen gewonnen wird, weiß jeder zu schätzen, und wird sorgfältig benutzt, so daß an eine Erschöpfung, insofern die entzogenen Nährstoffe auf die Felder wiederkehren, nicht zu denken ist; demungeachtet ist in keiner Gegend Deutschlands der Düngermangel mehr gefühlt als dort; auf den Landstraßen begegnet man jederzeit Kindern mit kleinen Körben, welche den Pferden und Schweinen nachgehen, um den Mist, den sie fallen lassen, zu sammeln, und im Jahre 1849, während der politischen Bewegung in der Pfalz, hatten die Bauern keinen angelegentlichern Wunsch zur Verbesserung ihrer Lage, den Behörden vorzubringen, als die Erlaubniß „Waldstreu" holen zu dürfen, d. h. den Wald seiner natürlichen Düngung zu Gunsten ihrer Felder berauben zu dürfen; ohne diesen (sehr elenden) Beidünger sei die Zukunft der Landwirthschaft in der Pfalz gefährdet. Eine Menge Dünger geht nämlich in die Weinberge und Tabaksfelder, die keinen zurückgeben, daher der steigende Mangel.

Sicherlich mögen die meisten Culturfelder bei ihrem ersten Anbau reichliche aufeinanderfolgende Ernten geliefert haben, ohne alle Düngung, wie noch jetzt viele Felder in den vereinigten Staaten Amerika's, aber unter allen Erfahrungen ist keine mehr beglaubigt und sicher als wie die, daß schon nach wenigen Men-

schenaltern solche Felder für die Cultur von Weizen, Tabak und Baumwolle vollkommen ungeeignet sind und nur dann wieder fruchtbar werden, sobald man anfängt, sie zu düngen.

Ich weiß wohl, daß eine geschichtliche Thatsache für den unwissenden praktischen Mann ebensowenig Ueberzeugungskraft hat, wie die Thatsachen der politischen Geschichte für den praktischen Staatsmann, der seine Handlungen ebenfalls nach „den Umständen und Verhältnissen" einrichtet und der auch getrieben wird, wo er glaubt zu treiben, aber es kann doch dem nachdenkenden Geiste nicht verborgen bleiben, daß in Ländern, von denen wir mit der größten Bestimmtheit wissen, daß sie seit 4000 Jahren und länger, ohne Unterbrechung hohe und gleichbleibende Getreide-Ernten liefern, ohne von der Hand des Menschen Dünger zu empfangen, daß gerade in diesen sich das Gesetz des Wiederersatzes auf das Augenscheinlichste und in seiner vollsten Wirkung erkennen läßt.

Wir wissen mit der größten Bestimmtheit, daß die Getreidefelder im Nilthale und im Gangesbecken nur darum dauernd fruchtbar sind, weil die Natur selbst in diesen Gegenden den Ersatz auf sich nimmt, indem die Felder durch die Ueberschwemmungen des Flusses in dem Schlamme, den das Wasser zuführt, und der den Boden allmälig erhöht, die Bedingungen des verlorenen Ertragsvermögens wieder empfangen.

Alle Felder, welche das Wasser des Flusses nicht mehr erreicht, verlieren ihr Vermögen, Ernten ohne Düngung zu liefern. In Aegypten schätzt man nach der Höhe des Wasserstandes des Nils den Ernteertrag und in Indien folgt auf das Ausbleiben der Ueberschwemmungen unvermeidlich eine Hungersnoth.

Die Natur selbst zeigt in solchen sprechenden Fällen dem vernünftigen Menschen, was er thun muß, um seine Felder fruchtbar zu erhalten (siehe Anhang H).

Die Vorstellung unserer unwissenden praktischen Männer, welche glauben, mit einem Ueberschuß zu wirthschaften, beruht zum Theil auf der Gunst ihres Feldes und dann auf ihrer großen Geschicklichkeit im Rauben. Wenn ein Mann sich ein Einkommen dadurch verschafft, daß er von tausend Goldstücken das Gewicht von einem Goldstücke abfeilt, so straft ihn, wenn er erwischt wird, das Gesetz, und er kann sein Thun nicht damit rechtfertigen, daß es Niemand merke; denn Jedermann weiß, daß sein Betrug, tausendmal wiederholt, von den Goldstücken nichts mehr übrig läßt. Ein gleiches Gesetz, dem aber Keiner entrinnt, straft den Landwirth, der uns glauben machen will, er wisse, wie groß der Vorrath von wirksamen Nährstoffen in seinem Felde sei und wie weit er reiche, und der sich selbst betrügt, wenn er sich einbildet, er bereichere sein Feld, indem er ihm oben gibt, was er ihm unten nimmt.

Es gibt eine andere Classe, bei denen ein halbes Wissen einen beschränkten Verstand begleitet, welche das Gesetz des Wiederersatzes anerkennen, die es aber in ihrer eigenen Weise interpretiren. Sie behaupten und lehren, daß nur ein Stück von dem Gesetz und nicht das Ganze auf die Culturfelder passe, nur von gewissen Stoffen sei der Wiederersatz nöthig, alle anderen seien in unerschöpflicher Menge in dem Felde zugegen; sie stützen sich in der Regel auf einige nichts bedeutende chemische Analysen und rechnen dem einfältigen Landwirthe (denn für diesen allein sind dergleichen Auseinandersetzungen bestimmt) vor, wie reich sein Feld noch sei an diesem oder jenem Stoffe und auf wieviel hunderttausend Ernten ihr Vorrath noch reiche, als ob er irgend einen Nutzen davon habe, zu wissen, was der Boden enthält, wenn der Theil der Nährstoffe, der die Ernten gibt und auf den es eigentlich ankommt, nicht bestimmbar ist.

Mit solchen abgeschmackten Behauptungen kleben sie förm-

lich dem praktischen Manne die Augen zu und machen, daß er nicht sieht, was er deutlich sehen würde ohne sie; er ist nur allzusehr geneigt, einer solchen Behauptung Glauben beizumessen, weil er will, daß man ihn in seiner Ruhe lasse und ihm mit „Denken" nicht beschwerlich falle, das seine Sache nicht sei.

Ich erinnere mich eines Falles, wo ein Gauner einem reichen Gentleman zu einem sehr hohen Preise ein Erzlager von beinahe reinem Aluminiumoxyd zum Kaufe anbot, nachdem er ihm aus chemischen Werken bewiesen hatte, daß das Aluminiumoxyd ganz unentbehrlich sei zur Darstellung des Metalls, Aluminium, von welchem das Pfund im Handel vier Pfund Sterling koste, und daß sein Erz nahe an 80 Procent dieses werthvollen Metalls enthalte. Der Käufer wußte nicht, daß man dieses Erz im gewöhnlichen Leben „Pfeifenthon" nennt, der an sich einen sehr geringen Handelswerth hat, und daß der hohe Preis des Aluminiums wesentlich auf den verschiedenen Formen beruht, in welche das Aluminiumoxyd übergeführt werden muß, um das Metall daraus darzustellen.

In ähnlicher Weise verhält es sich in der Regel mit dem Kalireichthum der Ackerfelder; wenn das Kali als solches wirksam sein soll, so muß es durch die Kunst des Landwirthes in eine gewisse Form versetzt werden, die ihm allein Ernährungswerth gibt, wenn er dieß nicht versteht, so nützt es ihm nichts.

Die Meinung, daß der Landwirth nur gewisse Stoffe seinem Felde wiedergeben und sich wegen den anderen keine Sorgen machen müsse, würde keinen Schaden bringen, wenn der, welcher sie hegt, sie auf seinen Acker beschränkte; aber als Lehre ist sie unwahr und verwerflich; sie ist auf den niedrigen geistigen Standpunkt des praktischen Mannes berechnet, welcher, wenn es ihm gelingt, in irgend einer Weise durch gewisse Aenderungen in seinem Betriebe oder durch Anwendung von gewissen Düngmit-

teln bessere Erfolge als ein Anderer zu erzielen, diese sich selbst, seinem Scharfsinn, und nicht seinem Boden zuschreibt; er weiß es eben nicht, daß dieser Andere alles das ebenso gemacht und probirt hat wie er, ohne einen günstigen Erfolg. Der unwissende praktische Mann setzt voraus, daß alle Felder die Beschaffenheit hätten von seinen Feldern, und er glaubt natürlich auch, daß ein Verfahren, welches sein Feld verbessere, auch andere verbessere; daß der Düngstoff, der ihm nütze, auch anderen nützlich sei; was seinen Feldern fehle, auch allen anderen fehle; was er von seinem Boden ausführe, auch andere ausführen; was er zu ersetzen habe, auch andere zu ersetzen hätten.

Obwohl er von seinem Grund und Boden, zu dessen genauer Bekanntschaft sehr viele Jahre sorgfältiger Beobachtung gehören, soviel wie nichts weiß, und ihm der Boden in jeder anderen Gegend völlig unbekannt ist, obwohl er sich über den Grund seiner Erfolge nie bekümmert hat und ganz genau weiß, daß der Rath eines Landwirthes aus einer anderen Gegend in Bezug auf Düngung, Fruchtfolge und Behandlung *seines* Feldes ihm nicht den allergeringsten Vortheil gewährt, weil er, wie er findet, gerade für seine Gegend nicht passe, so hält ihn dies Alles nicht ab, *Andere* belehren und glauben machen zu wollen, daß sein Thun das Rechte sei, und sie ihm nur nachahmen dürften, um eben so große Erfolge, wie er, zu erzielen.

Die Grundlage dieser Ansichten ist eine völlige Verkennung der Natur des Bodens, dessen Beschaffenheit und Zusammenhang unendlich verschieden ist.

Es ist bereits weitläufig auseinandergesetzt worden, daß manche Felder, welche reich an Silikaten, an Kali, Kalk und Bittererde sind, durch den Kornbau im gewöhnlichen Stallmistbetriebe in der That nur an Phosphorsäure und Stickstoff erschöpft werden, und daß der Landwirth, wenn er für deren Wie-

derersatz gesorgt hat, den der anderen Stoffe vollkommen vernachlässigen kann; dagegen kann Niemand etwas sagen, aber er überschreitet völlig seinen Standpunkt, wenn er von diesen Fällen Schlüsse zieht auf andere; wenn er anderen Landwirthen glauben machen will, daß sie gleich ihm für Kali, Kalk, Bittererde, Kieselsäure nicht zu sorgen hätten, und daß Ammoniaksalze und Kalksuperphosphat ausreichend für die Wiederherstellung der Fruchtbarkeit aller erschöpften Felder sei.

Es kann demnach ein Landwirth aus seinem Betriebe zu dem Schlusse berechtigt sein, daß sein Feld an Kali nicht ärmer werden könne, weil er keins entziehe, oder daß es einen Ueberschuß an Kali enthalte, weil er einen Ueberschuß thatsächlich mit jedem Umlaufe darin anhäuft; es ist aber beinahe kindisch, wenn er sich darauf hin berechtigt glaubt, irgend einem anderen Landwirth, dessen Betrieb er nicht kennt, zu sagen, daß auch dessen Feld einen Ueberschuß an Kali enthalte!

Es gibt Millionen Hectaren fruchtbaren Feldes (Sand- und Thonboden), in welchen der Gehalt an Kalk oder Bittererde im Boden nicht größer ist als der an Phosphorsäure, und bei denen man ebenso besorgt sein muß, für den Wiedererersatz an Kalk und Bittererde, wie für den der Phosphorsäure.

Es gibt Millionen Hectaren fruchtbarer Felder, welche, wie im Allgemeinen aller eigentlicher Kalkboden, außerordentlich arm an Kali sind, und auf denen der Nichtersatz des Kalis eine völlige Unfruchtbarkeit nach sich zieht.

Es gibt Millionen Hectaren fruchtbarer Felder, welche so reich an Stickstoff sind, daß der Ersatz desselben eine wahre Verschwendung ist.

Während der Klee auf kalireichen Feldern wieder gedeiht, wenn sie mit phosphorsäurereichen Düngmitteln gedüngt werden, und Asche darauf keine Wirkung hat, erscheint durch diese der

Klee von selbst auf kaliarmen Feldern, auf welche das Knochenmehl nicht wirkt, und sehr häufig wird ein kalk- und bittererdearmes Feld geeignet für die Kleekultur durch einfache Bereicherung desselben an bittererdehaltigem Kalk.

Sobald der Landwirth außer Korn und Fleisch noch andere Früchte baut und veräußert, so ändert sich damit das Verhältniß des Ersatzes; denn in den mittleren Erträgen an Kartoffeln von drei Hectaren Feld werden die Samenbestandtheile von vier Weizenernten, und außerdem noch über 600 Pfund Kali, in den Rübenernten von drei Hectaren Feld werden die Samenbestandtheile von ebenfalls vier Weizenernten und an 1000 Pfund Kali ausgeführt, und er ist der Dauer seiner Ernten nicht mehr sicher, wenn er nur die entzogene Phosphorsäure ersetzt.

In gleicher Weise muß der Erzeuger von Handelsgewächsen, von Tabak, Hanf, Flachs, Wein ꝛc. das Gesetz des Wiederersatzes strenge im Auge behalten; richtig interpretirt nöthigt es ihn nicht, daß er überhaupt allem, was er ausführt, die gleiche peinliche Sorge wegen des Ersatzes zuwenden müßte, sowie es denn geradezu unverständig wäre, von dem Tabaksbauer, der seinen Tabak auf einem Kalk- oder Mergelboden zieht, zu verlangen, daß er den in den Blättern ausgeführten Kalk zu ersetzen habe, aber es sagt ihm, daß nicht alles, was man Dünger nenne, nützlich für seine Felder sei, und welche Unterscheidung er zu machen habe; es sagt ihm, was sein Feld verloren hat und wieviel er wieder zuführen müsse, um die Wiederkehr seiner Ernten sich zu sichern, und daß er sich nicht durch Meinungen von Personen, die an ihm und seinen Feldern nicht das geringste Interesse nehmen, sondern nur durch seine eigenen Beobachtungen in der Behandlung seiner Felder leiten lassen dürfe; die genaue Beachtung der Unkräuter, die freiwillig auf seinen Feldern

wachsen, können ihm in dieser Beziehung häufig nützlicher als alle Handbücher der Landwirthschaft sein.

Wenn nach den vorhergegangenen Auseinandersetzungen in dem Geiste mancher Personen, denen die Naturwissenschaften unbekannte Gebiete sind, und die nur bestimmten Zahlen, gleichsam handgreiflichen Dingen eine gewisse Beweiskraft zuerkennen, noch ein Zweifel besteht über den Zustand der europäischen Culturfelder und über den Verfall, den unsere Landwirthschaft durch die übliche Stallmistwirthschaft entgegengeht, so läßt sich dieser vielleicht hinwegräumen durch die statistischen Erhebungen über die Erträge der Felder an Kornfrüchten, welche in Deutschland, zum Theil durch die Regierungen veranlaßt, gemacht worden sind.

Um das Gewicht, welches diesen Erhebungen in der angedeuteten Frage zukommt, richtig zu würdigen, muß man zunächst sich klar machen, was man eine Mittelernte nennt; man bezeichnet damit den durchschnittlichen Ertrag in einer Zahl ausgedrückt, den ein Feld oder eine Anzahl von Felder, oder alle Felder einer Gegend oder eines Landes liefern, und man erhält diese Zahl, wenn man die Erträge aller Felder zusammennimmt, die sie in einer Reihe von Jahren geliefert haben, und durch die Anzahl der Jahre dividirt; einer jeden Gegend entspricht in dieser Weise ein eigener Mittelertrag, nach welchem man die folgende Jahresernte beurtheilt; man spricht von einer halben, dreiviertel oder vollen Mittelernte, wenn der Ertrag der Hälfte oder dreiviertel vom durchschnittlichen Ertrag entspricht.

Die Frage über den Zustand unserer Getreidefelder stellt sich demnach so: hat sich die Zahl, welche zu irgend einer Zeit als eine Mittelernte bezeichnet wurde, geändert, und in welchem Sinne? Ist der Ertrag oder die Zahl höher wie sonst, oder ist sie gleichgeblieben oder niedriger? Ist die Zahl höher, so haben unzweifelhaft die Erträge der Felder zugenommen, ist sie die

nämliche wie sonst, so hat sich ihr Zustand nicht verändert, ist sie niedriger in einer Gegend, so kann kein Zweifel bestehen, daß die Felder in dieser Gegend im Verfall sich befinden.

Ich wähle für meine Zwecke die statistischen Erhebungen der Ernten in Rheinhessen, eine der fruchtbarsten Provinzen des Großherzogthums Hessen, mit einem vortrefflichen Weizenboden, und bewohnt von einer durchaus fleißigen, betriebsamen und durchschnittlich gut unterrichteten Bevölkerung. (Statistische Mittheilungen über Rheinhessen von F. Dael, Dr. der Rechte und Staatswissenschaften, und Richter am Kreisgerichte Mainz. Mainz 1849. Flor. Kupferberg.)

Diese Erhebungen umfassen die Jahre 1833 bis 1847, im Ganzen fünfzehn, und beziehen sich mithin auf die Zeit, in welcher der Guano in Deutschland noch nicht zur Anwendung gekommen war; der Gebrauch des Knochenmehls war damals sehr beschränkt und kaum in Betracht zu ziehen.

Als Mittelernte gilt oder galt für Weizen in Rheinhessen das Fünfundeinhalbfache der Aussaat. (Vom Hectar = 2,471 engl. Acre, 20 Malter = 14 Buschel = 5,120 Hectoliter.)

Setzt man die Mittelernte = 1, so war der Ertrag der Ernte in Rheinhessen:

1833 —	1834 —	1835 —	1836 —	1837 —	1838 —	1839	
0,85	0,78	0,88	0,72	0,88	0,73	0,61	
1840 —	1841 —	1842 —	1843 —	1844 —	1845 —	1846 —	1847
1,10	0,40	0,90	0,74	1,02	0,63	0,75	0,88

Der Durchschnittsertrag oder die wahre Mittelernte ist hiernach 0,79 der früheren Mittelernten.

Die Weizenfelder in Rheinhessen haben mithin durchschnittlich um etwas mehr als $^1/_5$ an ihrem Ertragsvermögen abgenommen.

Ich weiß alles, was man gegen diese Zahlen sagen kann, gegen die Genauigkeit im Einzelnen und ihrer Zuverlässigkeit im Ganzen; wenn aber Fehler darin sind, so kann es dem Unbefangenen nicht entgehen, daß diese sowohl nach der Minusseite wie nach der Plusseite liegen, und daß es sehr sonderbar sein würde, wenn alle Schätzungen ein Minus ergäben, während ein Plus vorhanden gewesen ist.

Es besteht aber ein sehr einfacher untrüglicher und unwiderleglicher Beweis für die Schlüsse, die sich an diese Zahlen knüpfen, in der Thatsache, daß der Weizenbau ab- und der Roggenbau zunimmt, daß sehr viele Felder, die früher mit Weizen bestellt worden waren, jetzt in Roggenfelder umgewandelt werden.

In ihrer richtigen Bedeutung erkannt beweist der Uebergang zum Roggenbau eine verminderte Qualität des Bodens; der Landwirth baut nur dann auf einem Weizenfelde Roggen, wenn dieser Acker keine lohnende Weizenernte mehr liefert.

In Rheinhessen gilt für eine Mittelernte Roggen der 4½fache Ertrag der Aussaat, und man versteht, daß ein Weizenboden, der durchschnittlich nur ⅘ einer Mittelernte Weizen zu liefern vermag, eine volle Mittelernte Roggenkorn liefern kann.

Der Mittelertrag an Roggen, so wie er sich in den erwähnten 15 Jahren ergibt, ist 0,96 und stimmt darin mit dem geltenden Mittelertrag sehr nahe überein.

Für Spelz war das Mittel der Ernten 0,79 des Mittelertrages; für Gerste 0,88; für Hafer 0,88; für Erbsen 0,67; für Kartoffeln hingegen 0,98; für Kohl und Rüben 0,85.

Nach den statistischen Erhebungen in Preußen und Bayern, welche das meiste Vertrauen verdienen, ergibt sich dasselbe Resultat, und ich bin nicht im Geringsten zweifelhaft darüber, daß in Frankreich und in allen Ländern, England nicht ausgeschlossen, gleiche Verhältnisse bestehen. Die Merkzeichen eines solchen Zu-

standes der Felder müssen die Aufmerksamkeit aller Menschen erwecken, welche überhaupt Interesse für die öffentliche Wohlfahrt haben.

Es ist von der größten Wichtigkeit, sich über die Gefahren keiner Täuschung hinzugeben, welche für die Zukunft den Bevölkerungen in diesen Symptomen angezeigt werden; ein kommendes Uebel wird dadurch nicht beseitigt, wenn man es läugnet, weil man kein Auge hat, um es kommen zu sehen.

Was uns obliegt, ist, gewissenhaft die Merkzeichen zu prüfen und festzustellen; ist die Quelle des Uebels einmal erkannt, so ist der erste Schritt gethan, um es für immer zu beseitigen.

Guano.

Der peruanische Guano enthält in der Regel 33 bis 34 Proc. unverbrennliche und 66 bis 67 Proc. flüchtige (Wasser und Ammoniak) und verbrennliche Bestandtheile. Die letzteren bestehen größtentheils aus Harnsäure, Oxalsäure, sodann einer braunen Materie von unbestimmter Zusammensetzung und Guanin. Die Harnsäure macht zuweilen 18 Proc., die Oxalsäure in der Regel 8 bis 10 Proc. vom Gewichte des Guano aus. Das Verhalten der Harnsäure zur Vegetation ist nicht bekannt, und es ist kaum anzunehmen, daß diese Substanz einen bemerklichen Antheil an der Wirkung des Guano nimmt; es bleiben mithin zur Erklärung derselben das Ammoniak und die unverbrennlichen Bestandtheile desselben zu betrachten übrig. Nach der Analyse von zwei Proben von Dr. Mayer und Zöller*) enthalten

100 Theile Guanoasche:

Kali	1,56	bis	2,03	Gew.-Thle.
Kalk	34	»	37	»
Magnesia . . .	2,56	»	2	»
Phosphorsäure .	41	»	40	»

*) In meinem Laboratorium ausgeführt.

Vergleicht man damit die Zusammensetzung verschiedener Samenaschen, so sieht man sogleich, daß die unverbrennlichen Bestandtheile des Guano kein vollständiges Ersatzmittel sind für die in den Samen ausgeführten Bodenbestandtheile.

In 100 Theilen Samenasche sind enthalten:

	Weizen.	Erbsen und Bohnen.	Raps.	
Kali	30 . .	40 . .	24	Gew.-Thle.
Kalk	4 . .	6 . .	10	»
Magnesia . . .	12 . .	6 . .	10	»
Phosphorsäure .	45 . .	36 . .	36	»

Der Hauptunterschied des Guano von diesen Samenaschen liegt in dem Mangel an Kali und Bittererde.

Ueber die Nothwendigkeit des Kalis für die Vegetation und des Ersatzes für Kali arme oder an Kali erschöpfte Felder ist man im Ganzen einig, aber die Wichtigkeit der Bittererde für die Samenbildung ist nicht in gleichem Grade beachtet und es sind in dieser Richtung besondere Versuche sehr wünschenswerth. Der überwiegende Gehalt der Samen an Bittererde über den des Strohs gibt unzweifelhaft zu erkennen, daß sie in der Samenbildung eine ganz bestimmte Rolle spielt, welche durch die nähere Untersuchung der Samen derselben Pflanzenvarietät, welche einen ungleichen Gehalt an Bittererde enthalten, vielleicht ermittelbar ist. Man weiß, daß die Samen der Getreidearten von gleichem Stickstoffgehalte nicht immer die nämlichen Stickstoffverbindungen enthalten und es ist möglich, daß die Natur derselben bei der Bildung der Samen wesentlich durch die Anwesenheit des Kalkes oder der Bittererde bedingt wird, so daß die Abweichungen in dem Gehalte an beiden alkalischen Erden mit dem Vorkommen löslicher Stickstoffverbindungen (Albumin und Caseïn) oder unlöslicher (Kle-

ber oder Pflanzenfibrin) in Beziehung steht; die Menge des Kalis und Natrons müßte natürlich dabei beachtet werden. Man schreibt die Wirkung des Guano in der Regel seinem großen Gehalte an Ammoniak und andern stickstoffreichen Bestandtheilen zu, allein genaue, später zu erwähnende Versuche, die in dieser Beziehung durch das Generalcomité des landwirthschaftlichen Vereins angestellt wurden, zeigen, daß in vielen Fällen durch die Anwendung von Guano die Erträge eines Feldes an Korn und Stroh sehr bedeutend erhöht wurden, während eine dem Guano gleiche Stickstoffmenge, in der Form eines Ammoniaksalzes, auf einem Stücke des nämlichen Feldes in demselben Jahre und auf dieselbe Frucht keine merkliche Erhöhung des Ertrages über ein gleiches ungedüngtes Stück zur Folge hatte.

So wenig sich auch in vielen Fällen der Antheil, den das Ammoniak im Guano an der Vegetation, in Beziehung auf die Vermehrung der Pflanzenmasse nimmt, bezweifeln läßt, so ist nicht minder gewiß, daß in vielen anderen Fällen den anderen Bestandtheilen des Guano die Hauptwirkung desselben zugeschrieben werden muß.

Vergleicht man die Guanoasche mit dem Mehle calcinirter Knochen, so ist die Verschiedenheit zwischen beiden nicht sehr groß, aber eine, dem Gehalt des Guano, an phosphorsaurer Erde entsprechende Menge Knochenmehl, oder auch die doppelte bis vierfache Menge besitzt die Wirkung des Guano nicht; auch eine Mischung von Knochenmehl mit Ammoniaksalzen in einem solchen Verhältnisse, daß ihr Stickstoff- und Phosphorsäuregehalt dem des Guano gleich ist, wirkt, wenn auch stärker als das Knochenmehl allein, dennoch anders wie der Guano. Der Hauptunterschied zwischen beiden liegt in der Raschheit der Wirkung, die des Guano macht sich gleich im ersten Jahre, oft schon nach einigen Wochen geltend und ist im folgenden

Jahre kaum bemerklich, während die des Knochenmehls im ersten Jahre verhältnißmäßig gering und in den folgenden steigend ist.

Der Grund hiervon ist der Gehalt des Peruguano an Oxalsäure, welcher häufig 6 bis 10 Proc. beträgt. Wäscht man den Guano mit Wasser aus, so löst dieses schwefelsaures, phosphorsaures und oxalsaures Ammoniak, welches letztere beim Abdampfen des Auszugs in Menge herauskrystallisirt; befeuchtet man aber den Guano mit Wasser ohne auszulaugen und überläßt das Gemenge sich selbst, so findet man, wenn man von Zeit zu Zeit eine Portion davon nimmt und auslaugt, daß die Menge der Oxalsäure in der Lösung ab- und die der Phosphorsäure zunimmt. Es findet in diesem feuchten Zustande eine Zersetzung statt, welche darin besteht, daß durch die Vermittelung des im Guano vorhandenen schwefelsauren Ammoniaks der phosphorsaure Kalk zersetzt wird in oxalsauren Kalk und in phosphorsaures Ammoniak. In dieser Beziehung ist der Peruguano eine sehr merkwürdige Mischung, welche für die Zwecke der Pflanzenernährung kaum sinnreicher hätte ausgedacht werden können, denn die in demselben enthaltene Phosphorsäure wird erst in feuchtem Boden löslich und verbreitet sich alsdann in demselben in der Form von phosphorsaurem Kali, Natron und von phosphorsaurem Ammoniak.

Die Wirkung des Guano läßt sich darum weit eher mit der einer Mischung von Kalksuperphosphat, Ammoniak und Kalisalzen vergleichen, welche in der That in manchen Fällen die des Guano erreicht. Auf kalkreichem Boden hat aber der Guano einen entschiedenen Vorzug, insofern das Kalksuperphosphat in Berührung mit dem kohlensauren Kalk des Bodens sogleich in neutrales Kalkphosphat übergeht, welches an dem Orte wo es sich bildet, ein anderes Lösungsmittel bedarf, um sich weiter zu verbreiten, während sich das phosphorsaure

Ammoniak im Kalkboden ziemlich ebenso verbreitet, wie wenn kein kohlensaurer Kalk darin vorhanden wäre. Das beim Befeuchten des Guano entstehende phosphorsaure Ammoniaksalz ($PO_5 + 3\,NH_4O$) verliert an der Luft ein Drittel des Ammoniaks, woher es denn kommt, daß der ganz trockene Guano ohne Veränderung sich hält, während der (betrügerischer Weise, um sein Gewicht zu vermehren) befeuchtete, beim Aufbewahren an Ammoniak beträchtlich ärmer wird.

Befeuchtet man den Guano vor seiner Verwendung auf das Feld, mit Wasser, dem man etwas Schwefelsäure zugesetzt hat, so daß die Mischung etwas sauer reagirt, so geht die eben beschriebene Umsetzung, die sonst Tage und Wochen braucht, in wenigen Stunden vor sich.

Daß der Guano in sehr trockener Witterung nicht wirkt, bedarf keiner Erklärung, weil ohne Wasser überhaupt Nichts wirkt, daß er aber bei sehr nasser Witterung ebenfalls wirkungslos ist, beruht unstreitig zum Theil mit darauf, daß die Oxalsäure als Ammoniaksalz durch das Regenwasser ausgewaschen und keine entsprechende Menge Phosphorsäure löslich gemacht wird; durch obiges einfache und wenig kostbare Mittel kann man diesem schädlichen Einflusse jedenfalls vorbeugen, insofern man sicher ist, daß in dem mit Schwefelsäure befeuchteten Guano alle Phosphorsäure in den löslichen Zustand übergeht, welche überhaupt durch die Oxalsäure löslich gemacht werden kann.

Da die Raschheit der Wirkung eines Nährstoffes, welcher auf das Feld in der Form von Dünger gebracht wird, wesentlich bedingt ist von der Schnelligkeit, mit welcher er sich im Boden verbreitet, und diese wieder mit seiner Löslichkeit zusammenhängt, so ist es leicht zu verstehen, warum der Guano in diesen Beziehungen viele andere Düngmittel übertrifft.

In der Sicherheit seiner Wirkung läßt sich der Guano mit

dem Stallmist nicht vergleichen, der seiner Natur nach in allen Fällen wirksam ist; denn in dem Stallmist empfängt das Feld alle Bodenbestandtheile der vorangegangenen Rotation, wiewohl nicht in demselben Verhältnisse, in dem Guano nur einige dieser Bestandtheile; der Guano kann demnach den Stallmist nicht ersetzen. Da derselbe aber bis auf eine gewisse Menge Kali, in der Phosphorsäure und dem Ammoniak die Hauptbestandtheile der ausgeführten Producte des Fleisch- und Kornerzeugers enthält, so kann durch die Beigabe von Guano zum Stallmist in einem bestimmten Verhältnisse die Zusammensetzung des Stallmistes und damit die des Feldes wiederhergestellt werden.

Nehmen wir beispielsweise an, eine Hectare Feld sei mit 800 Ctr. Stallmist gedüngt worden, welcher, entsprechend der Analyse von Völker, 272 Kilogr. Phosphate enthalten habe, und das Feld liefere am Ende der Rotation die nämliche Quantität Stallmist von gleicher Zusammensetzung wieder und habe in den ausgeführten Kornfrüchten und thierischen Erzeugnissen im Ganzen 135 Kilogr. Phosphate verloren, so würde sein Ertragsvermögen, insoweit es von den Phosphaten abhängig ist, nicht nur unverändert bleiben, sondern noch zunehmen, wenn man den zur Düngung am Anfang einer neuen Rotation zugeführten 800 Centnern Stallmist 400 Pfund Guano (mit 34 Proc. Phosphaten) zusetzen würde. Durch den Stallmist empfing das Feld

	272 Kilogr. Phosphate,
durch die ausgeführten Producte verlor das Feld	135 " "
es blieb mehr in der Ackerkrume . .	137 Kilogr. Phosphate.
In der neuen Rotation wurden durch 800 Ctr. Stallmist wieder zugeführt	272 " "
durch den Zusatz von Guano . . .	135 " "
im Ganzen	544 Kilogr. Phosphate.

Am Anfang der neuen Rotation enthielt mithin die Ackerkrume demnach doppelt soviel Phosphate als am Anfang der vorhergegangenen Rotation.

Man sieht hiernach ein, daß unter diesen Umständen, in welchen ein Feld durch den Stallmist mehr Phosphate empfängt, als es in den Ernten verliert, die Wirkung des zugeführten Guano von Jahr zu Jahr schwächer, zuletzt ganz unmerklich werden wird.

Ein ganz anderes Verhältniß stellt sich aber bei der Anwendung von Guano auf Feldern heraus, die im Stallmiste weniger an Phosphaten empfangen, als sie durch die Cultur verloren haben, und die z. B. seit einem halben Jahrhundert mit Stallmist bewirthschaftet wurden; es ist auseinandergesetzt worden, daß sich auf solchen Feldern gewisse Bestandtheile der Futtergewächse und des Strohs, darunter namentlich lösliche Kieselsäure und Kali beständig in der Ackerkrume vermehren, während durch die Ausfuhr von Korn und Fleisch das Feld um die Quantität der darin vorhandenen Bodenbestandtheile ärmer wird; beide zusammen hatten die Ernte hervorgebracht und durch die Hinwegnahme der Samenbestandtheile verlor eine entsprechende Quantität der zurückgebliebenen Stroh- und Krautbestandtheile ihre Wirksamkeit. Auf Feldern von dieser Beschaffenheit werden durch Düngung mit Guano die Erträge häufig nicht nur wiederhergestellt, sondern sie steigen auch häufig auf eine erstaunliche Weise, wenn ein großer Vorrath von anderen aufnahmsfähigen Nährstoffen vorhanden ist, welchem, um zur Ernährung zu dienen, nichts weiter als die Guanobestandtheile fehlten, ohne die sie nicht wirken konnten.

In den Mehrerträgen, die man in dieser Weise erhält, wird, wie sich von selbst versteht, mit den Guanobestandtheilen ein Theil des Vorrathes der anderen Nährstoffe hinweggenommen und die Wirkung des Guano muß bei Wieder-

holung der Düngung in eben dem Verhältnisse schwächer werden als die Menge dieser anderen Nährstoffe abnimmt. Bei allen zusammengesetzten Düngmitteln beruht die Wirkung selten auf einem Bestandtheile allein und da der Guano in dem Ammoniak und der Phosphorsäure zwei Nährstoffe enthält, die ihre Wirkung gegenseitig bedingen, von denen also der eine nicht wirken kann, wenn der andere nicht dabei ist, so wird eben darum durch die Guanodüngung die Wirkung der Phosphorsäure gesichert, weil sich in der nächsten Nähe der Phosphorsäuretheilchen, Ammoniaktheilchen befinden, welche gleichzeitig den Wurzeln zugänglich sind; in gleicher Weise wird durch die Phosphorsäure die Wirkung des Ammoniaks verstärkt und sicherer gemacht.

In einem an Ammoniak reichen Boden wird man mit Phosphaten allein von gleicher Löslichkeit die nämliche Wirkung wie durch Guano erzielen.

Auf einem Felde, auf welchem Ammoniaksalze keine Wirkung äußern, während Guano eine Wirkung hervorbringt, wird man Grund haben, diese vorzugsweise der Phosphorsäure im Guano zuzuschreiben, im umgekehrten Falle ist der Schluß nicht gleich richtig, weil den Ammoniaksalzen zweierlei Wirkungen zukommen, sie können unter Umständen die Erträge sehr merklich steigern, ohne daß man mit voller Sicherheit behaupten kann, daß die Wirkung durch das Ammoniak als solches bedingt gewesen ist (siehe Seite 80).

Die Wirkung des Guano in Beziehung auf die Erhöhung der Kornerträge setzt immer die Anwesenheit einer hinlänglichen Menge von Kali und Kieselsäure im Boden voraus, und auf einem an Kali und Bittererde reichen Felde lassen sich durch Guanodüngung allein eine Reihe von aufeinanderfolgenden

Ernten in solchen Gewächsen erzielen, welche, wie z. B. Kartoffeln, vorzugsweise Kali und Bittererde aus dem Boden bedürfen.

Wiesen und Getreidefelder, welche durch Guanodüngung anfänglich sehr hohe Erträge lieferten, werden bei fortgesetzter Anwendung dieses Düngmittels oft so sehr an Kieselsäure und Kali erschöpft, daß der Boden auf viele Jahre hinaus sein ursprüngliches Ertragsvermögen verliert und unfruchtbar wird, was natürlich nicht ausschließt, daß es viele Felder geben kann, welche durch Guanodüngung allein eine lange Reihe von Jahren hindurch hohe Ernten von Halmgewächsen liefern können, ehe dieser Zustand der Erschöpfung wahrgenommen wird, aber er tritt unausweichlich ein, und es ist alsdann sehr schwer den Schaden wieder gut zu machen.

In 800 Centner Stallmist, womit ein Hectar Feld für einen Umlauf gedüngt worden ist, empfängt der Boden (nach Völker's Analyse) die nämliche Menge von Phosphaten und von Stickstoff als durch eine Düngung mit 800 Kilogramm Guano, oder es ist in 1 Pfund des letzteren ebensoviel von diesen beiden Nährstoffen enthalten als in 50 Pfund Stallmist. Der Guano enthält sie mithin in der concentrirtesten Form und man kann damit gewisse Stellen des Feldes an beiden Nährstoffen mehr als vermittelst Stallmist bereichern, wie dies häufig beim Ueberdüngen nach dem Einbringen der Saat mit Nutzen geschieht (siehe Seite 157).

In mancher Gegend mischt man den Guano mit Gyps, um seine allzukräftige Wirkung zu mildern; der Gyps vertheilt den Guano und macht, daß er beim Aufstreuen mehr verbreitet wird, so daß die einzelnen Stellen weniger davon empfangen; eine eigentliche Verminderung der chemischen Wirkung der Ammoniaksalze findet nicht statt; der Gyps setzt sich mit der Oxalsäure und dem phosphorsauren Ammoniak um in

schwefelsaures Ammoniak, phosphorsauren und oxalsauren Kalk; der in dieser Weise gebildete phosphorsaure Kalk stellt einen unendlich fein zertheilten Niederschlag dar, welcher eine sehr wirksame Form zur Aufnahme besitzt, aber es wird nur ein kleiner Theil der Phosphorsäure in diesen Zustand versetzt und durch die Entfernung der Oxalsäure die nützliche Wirkung dieser Säure zur Verbreitung der Phosphorsäure völlig aufgehoben.

Weit zweckmäßiger ist es, den Guano mit Wasser, dem etwas Schwefelsäure zugesetzt worden ist, anzufeuchten, und nach 24 Stunden anstatt des Gypses mit Sägespänen, Torfklein oder Modererde zu mischen und in dieser Weise verdünnt aufzustreuen; durch den Einfluß des Regenwassers wird aus dieser Mischung phosphorsaures Ammoniak gelöst, welches langsam in den Boden dringt und alle Stellen der Erde womit die Lösung in Berührung kommt, gleichzeitig mit Phosphorsäure und Ammoniak bereichert. Setzt man zu den Sägespänen, dem Torfklein u. s. w. Gyps, so setzt sich dieser mit dem phosphorsauren Ammoniak um in sehr feinzertheilten phosphorsauren Kalk und schwefelsaures Ammoniak, die durch das Regenwasser von einander geschieden werden; das lösliche, schwefelsaure Ammoniak dringt tiefer in den Boden ein und nimmt eine kleine Quantität phosphorsauren Kalk mit sich, während dessen größte Masse oben darauf liegen bleibt.

Auf kaliarmen Boden ist die Beimischung von Holzasche zu dem mit Schwefelsäure angesäuerten Guano nützlich, da das kohlensaure Kali mit dem phosphorsauren Ammoniak sich umsetzt in kohlensaures Ammoniak und phosphorsaures Kali, und das Eindringen der Phosphorsäure in den Boden in keiner Weise durch das Kali gehindert wird.

Die Erträge der Felder in den sächsischen Versuchen, welche

vermittelst Guanodüngung erhalten wurden, bringen alle Eigenthümlichkeiten in der Wirkung dieses Düngmittels klar vor Augen:

Düngung mit Guano:

		Cunnersdorf	Mäusegast	Kötitz	Oberbobritzsch
Menge des Guano . . .		379	411	411	616 Pfd.
1851 Roggen	Korn . .	1941	2693	1605	2391 „
	Stroh . .	5979	5951	4745	5877 „
1852 Kartoffeln		17904	17821	19040	13730 „
1853 Hafer	Korn . .	2041	1740	1188	1792 „
	Stroh . .	2873	2223	902	2251 „
1854 Klee		9280	6146	1256	5044 „

Mehrerträge über ungedüngt (siehe S. 198):

		Cunnersdorf	Mäusegast	Kötitz	Oberbobritzsch
Stickstoffmenge im Dünger		49,3	53,4	53,4	80,1 Pfd.
Roggen	Korn	765	455	341	938 „
	Stroh	3028	1369	1732	2862 „
Kartoffeln		1237	925	463	3979 „
Hafer	Korn	22	451	— 151	264 „
	Stroh	310	383	— 455	439 „
Rothklee		136	608	161	4133 „

Die Vergleichung der Erträge, welche mit Guano und Stallmist (siehe S. 218) erhalten wurden, führt zu folgenden Betrachtungen über die Beschaffenheit der sächsischen Felder:

In Cunnersdorf wurde 1851 ein Mehrertrag erhalten über das ungedüngte Stück

	Korn	Stroh	Verhältniß
durch Stallmist (180 Ctr.)	337 Pfd.	1745 Pfd.	= 1:5,
durch Guano (379 Pfd.)	765 „	2028 „	= 1:2,6.

Das Feld in Cunnersdorf war an sich reich an den Bestandtheilen, die wir durch St bezeichnet haben (Kieselsäure, Kali, Kalk, Bittererde, Eisen), und die Vermehrung derselben durch den Mist steigerte den Strohertrag auf Kosten der Samenernte. Der Stallmist enthielt zu wenig K-Bestandtheile (Stickstoff, Phosphorsäure).

Hieraus erklärt sich die mächtige Wirkung des Guano (welcher vorzugsweise K-Bestandtheile enthält) auf dieses Feld; es wurde mehr als doppelt soviel Korn geerntet und ein richtigeres Verhältniß zwischen K- und St-Bestandtheile im Felde hergestellt.

In Mäusegast wurde 1851 Mehrertrag erhalten:

	Korn	Stroh	Verhältniß
durch Stallmist (194 Ctr.)	345 Pfd.	736 Pfd.	= 1:2,1,
durch Guano (411 Pfd.)	455 „	1369 „	= 1:3.

Dieses an K- und St-Bestandtheilen reichere Feld enthielt bereits einen Ueberschuß von St-Bestandtheilen. Die im Guano zugeführten K-Bestandtheile machten einen sehr viel kleineren Bruchtheil der ganzen Menge aus, die im Felde bereits enthalten war, und wirkten mehr auf den Stroh- als auf den Kornertrag.

Durch die Guanodüngung wurde auf dem Felde in Cunnersdorf die nämliche Strohmenge wie in Mäusegast erzielt (5951 und 5979 Pfd.), aber im Ganzen blieb die Samenernte auf letzterem Felde um 752 Pfd. Korn höher, es war sehr viel reicher an K-Bestandtheilen als das Cunnersdorfer Feld.

In Kötitz wurde Mehrertrag erhalten:

	Korn	Stroh	Verhältniß
durch Stallmist (229 Ctr.)	352 Pfd.	1006 Pfd.	= 1:2,8,
durch Guano (411 Pfd.)	341 „	1732 „	= 1:5.

Die Wirkung des Guano auf den Strohertrag ist außer allem Verhältnisse höher als die des Stallmistes, während der

Kornertrag niedriger ausfiel; offenbar empfing das Feld in dem Guano einen Bestandtheil in größerer Menge als im Stallmist, der auf die Strohbildung günstiger wirkte. Durch eine Düngung mit Superphosphat (mit Ausschluß von Ammoniak) oder mit einem Ammoniaksalz (mit Ausschluß der Phosphorsäure) würde sich haben ermitteln lassen, durch welchen von beiden Nährstoffen die Ungleichheit bedingt wurde.

In Oberbobritzsch betrug der Mehrertrag:

	Korn	Stroh	Verhältniß
durch Stallmist (314 Ctr.)	452 Pfd.	913 Pfd.	= 1 : 2.
durch Guano (616 Pfd.)	938 „	2812 „	= 1 : 3.

Da die gegebene Menge Guano in Oberbobritzsch um die Hälfte mehr betrug als in den vorhergehenden Versuchen, so läßt sich der Ertrag dieses Feldes seiner Höhe nach mit denen der anderen nicht vergleichen; bemerkenswerth ist auch hier die Gleichförmigkeit in der Beschaffenheit dieses Feldes mit dem zu Mäusegast; in beiden lieferte der Stallmist Stroh und Korn im Verhältniß wie 1 : 2, der Guano wie 1 : 3.

Was das Durchlassungsvermögen des Bodens für die löslichen Düngerbestandtheile des Guanos betrifft, so zeigen sich in diesen Versuchen die nämlichen Verhältnisse wie bei der Stallmistdüngung. Die löslichen Guano-Bestandtheile wirkten kaum auf den Kleeertrag in Cunnersdorf und in Kötitz ein, während in Mäusegast und in Oberbobritzsch der Ertrag sehr merklich dadurch stieg.

Die Kieselsäure, welche dem Halme und den Blättern Festigkeit und Widerstandsfähigkeit gibt, macht keinen Bestandtheil vom Guano aus, woher es kommt, daß auf manchen an Kieselsäure armen Feldern nach Guanodüngung das Getreide zum Lagern geneigt ist, während auf anderen daran reichen sich dieser von dem Landwirthe gefürchtete Einfluß nicht zeigt; bei manchen Feldern läßt er sich beseitigen, wenn vor der Guano-

düngung das Feld gekalkt wird; auch durch Verbindung des Guano mit Strohmist wird derselbe vermindert.

Berechnet man die Mehrerträge an Halmgewächsen in den Jahren 1851 und 1852, sowie die an Kartoffeln und Klee, welche 100 Pfd. Guano geliefert haben, so erhält man:

100 Pfd. Guano lieferten Mehrertrag:

	Cunnersdorf	Mäusegast	Kötitz	Oberbobritzsch
1851 und 1853 Roggen und Hafer	1088	646	354	731 Pfd.
1852 Kartoffeln	326	225	112	646 „
1854 Klee	36	172	39	670 „

Diese Resultate zeigen, daß die nämliche Menge Guano auf verschiedenen Feldern eine ebenso ungleiche Wirkung wie der Stallmist äußert, und daß es völlig unmöglich ist, aus den Erträgen rückwärts auf die Qualität oder Quantität des Düngmittels zu schließen, durch dessen Zufuhr sie hervorgebracht wurden. Das Feld in Mäusegast empfing dieselbe Menge Guano wie das zu Kötitz, beide also die nämliche Menge Stickstoff und Phosphorsäure, während der Mehrertrag auf ersterem doppelt soviel an Halmfrüchten und Kartoffeln und weit mehr an Klee betrug.

Wie wenig vergleichbar in den Erträgen die Wirkungen der Bestandtheile eines und desselben Düngmittels sind, zeigen die Ergebnisse der Versuche in Cunnersdorf und Oberbobritzsch: 100 Pfd. Guano lieferten in Cunnersdorf einen Mehrertrag an Halmgewächsen, Kartoffeln und Klee, welcher enthielt:

	Stickstoff	Kali	Phosphorsäure	Kalk	
Mehrertrag . . .	9,2 Pfd.	16,1 Pfd.	3,5 Pfd.	3,6 Pfd.	
Der Guano enthielt	13,0 „	2,0 „	12,0 „	12,0 „	
Mehr im Dünger .	3,8 Pfd.	—	8,5 Pfd.	8,4 Pfd.	Weniger in der Ernte
Weniger im Dünger	—	14,1 Pfd.	—	—	Mehr in der Ernte

100 Pfd. Guano brachten in Oberbobritzsch einen Mehrertrag hervor, welcher enthielt:

	Stickstoff	Kali	Phosphorsäure	Kalk	
Mehrertrag	23,0 Pfd.	15,5 Pfd.	6,1 Pfd.	16,9 Pfd.	
Der Guano enthielt	13,0 „	2,0 „	12,0 „	12,0 „	
Mehr im Dünger .	—	—	5,9 Pfd.	—	Weniger in der Ernte
Weniger im Dünger	10,0 Pfd.	13,5 Pfd.	—	4,9 Pfd.	Mehr in der Ernte

Die Ungleichheit in den Wirkungen des Guano ist in diesen beiden Versuchsreihen in die Augen fallend.

In Cunnersdorf wurde über ein Drittel Stickstoff weniger, in Oberbobritzsch über drei Viertel Stickstoff mehr geerntet, als der Dünger enthielt.

Poudrette. Menschenexcremente.

Die im Handel vorkommenden Poudretten sollten eigentlich die in transportable Form gebrachten Menschenexcremente sein, allein sie sind es in der Wirklichkeit nicht und enthalten verhältnißmäßig nur wenig davon; es dürfte in dieser Beziehung vielleicht genügen, hervorzuheben, daß die Poudrette von Montfaucon, die zu den besten gehört, 28 Proc., die von Dresden 43 bis 56 Proc., die von Frankfurt über 50 Proc. Sand enthält. Eine Poudrette, welche mehr wie 3 Proc. Phosphorsäure und ebensoviel Ammoniak enthält, kommt im Handel gar nicht vor. Die Einrichtung der Latrinen in den Wohnhäusern (wenigstens in den deutschen) gestattet es nicht, das Hineinwerfen von Kehrsand und anderem Unrath, der sich in den Häusern sammelt, auszuschließen, es wird sodann bei dem Entleeren der Gruben, nach der Entfernung des flüssigen Inhaltes, häufig ein fester poröser Körper, oft Braunkohlen oder Torfklein zu der Masse gesetzt um sie trockener und bequemer für das Herausheben zu machen; alle diese Zusätze verringern den Procentgehalt an wirksamen Nährstoffen und erhöhen die Kosten des Transpor-

tes. Die Gruben, in welchen die Excremente sich sammeln, sind meistens nicht wasserdicht, so daß der größte Theil des Harns oder überhaupt des flüssigen Inhaltes versickert, wodurch wieder ein großer Theil der werthvollsten Stoffe, darunter die Kalisalze und löslichen phosphorsauren Salze, verloren gehen.

Der hohe Werth der menschlichen Excremente ergibt sich leicht durch die folgende Betrachtung:

In der Festung Rastatt und den badischen Kasernen ist die Einrichtung getroffen, daß die Abtrittssitze unmittelbar durch weite Trichter in Fässer ausmünden, welche auf beweglichen Wagen stehen, so daß alle Excremente, Harn und Fäces zusammengenommen, ohne allen Verlust aufgesammelt werden können. Sobald die Fässer sich gefüllt haben, werden sie abgefahren und ein neuer Wagen*) untergeschoben.

Die Nahrung der Soldaten besteht größtentheils aus Brot, aber sie genießen täglich auch eine gewisse Menge Fleisch und Gemüse; der Körper eines Erwachsenen nimmt an Gewicht nicht zu und es bedarf keiner besonderen Berechnung, um zu verstehen, daß die Aschenbestandtheile des Brotes, Fleisches und der Gemüse, sowie der ganze Stickstoffgehalt der Nahrung sich in den aufgesammelten Excrementen befinden.

---

*) Der Preis eines Wagens ist 100 bis 125 Fl.; die Dauer desselben circa 5 Jahre. Die badische Militairverwaltung wendete in den Jahren 1856 und 1857 die Summe von 4450 Fl. dafür auf, die sich sehr bald aus dem Düngererlös bezahlt machte.

Die Einnahmen aus sämmtlichen Casernen der Garnisonen Constanz, Freiburg, Rastatt, Carlsruhe, Bruchsal und Mannheim, bei einem Durchschnittsdienststand von 8000 Mann, betrugen 1852 3415 Fl.; 1853 3784 Fl.; 1854 5309 Fl.; 1855 4792 Fl.; 1857 8017 Fl. und 1858 8155 Fl., wovon die Unterhaltungskosten für die Wagen mit jährlich 600 bis 700 Fl. abgehen. (Zeitschrift des landw. Vereins in Bayern. April 1860. S. 180.)

Zur Erzeugung eines Pfundes Korn gehören genau die Aschenbestandtheile dieses Pfundes Korn, welche der Boden liefern muß, und wenn wir diese Aschenbestandtheile einem geeigneten Felde geben, so wird dieses Feld in einer Reihe von Jahren ein Pfund Korn mehr liefern als es geliefert hätte, wenn wir diese Aschenbestandtheile nicht gegeben hätten.

Die tägliche Ration eines Soldaten ist 2 Pfund Brot, und die Excremente der verschiedenen Garnisonen von 8000 Soldaten enthalten die Aschenbestandtheile und den Stickstoff von 16000 Pfund Brot, welche auf das Feld gebracht vollkommen ausreichen, um so viel Korn wiederzuerzeugen, als zu diesen 16000 Pfund Brot als Mehl verbacken worden ist.

Rechnet man auf 2 Pfund Brot $1^1/_2$ Pfund Korn, so werden also jährlich in den Excrementen der Soldaten im Großherzogthum Baden die für die Erzeugung von 43760 Centner Korn nöthigen Aschenbestandtheile gewonnen.

Die Bauern in der Umgegend von Rastatt und der anderen Garnisonen, nachdem sie nach und nach die Wirksamkeit dieser Excremente auf ihren Kornfeldern kennen lernten, bezahlen jetzt für jedes volle Faß eine gewisse Summe, welche jährlich noch im Steigen ist, so daß nicht allein die Anlage und Unterhaltung der getroffenen Einrichtung bestritten werden kann, sondern auch der Militairverwaltung noch ein Gewinn übrig bleibt.

Es hat sich nun für diese Gegenden folgendes ganz interessantes Resultat herausgestellt. Zunächst verwandelten sich die Sandwüsten ganz besonders in der Umgegend von Rastatt und Carlsruhe in Felder von großer Fruchtbarkeit, und wenn man sich denkt, daß die Bauern alles mit diesem Dünger erzeugte Korn an die Militairverwaltung in Rastatt ablieferten, so würde ein wahrer Kreislauf hergestellt sein, der es ermöglichte, 8000

Mann Soldaten jährlich mit Brot zu versehen, ohne daß die Felder, welche das Korn lieferten, jemals in ihren Erträgen sich verminderten, weil die Bedingungen der Kornerzeugung immer wiederkehren und stets dieselben bleiben *).

Was hier für die Kornbestandtheile gesagt ist, gilt natürlich auch für die des Fleisches und der Gemüse, welche auf die Felder zurückgebracht, eben so viel Fleisch und Gemüse als die verzehrten wiederzuerzeugen vermögen. Dasselbe Verhältniß zwischen den Bewohnern der Kasernen in Baden und den Feldern die ihnen das Brot liefern, besteht für die Bewohner der Städte und dem platten Lande. Wenn es möglich wäre alle flüssigen und festen Excremente, die sich in den Städten anhäufen ohne allen Verlust zu sammeln und jedem Landwirth auf dem platten Lande den Theil davon, den er in seinen Producten der Stadt geliefert hat, wieder zuzuführen, so würde die Ertragfähigkeit ihrer Felder sich unendlich lange Zeit hindurch beinahe unverändert erhalten lassen, und der in jedem fruchtbaren Felde vorhandene Vorrath an Nährstoffen würde ausreichend sein, um die Bedürfnisse der steigenden Bevölkerung vollkommen zu befriedigen, er genügt wenigstens in diesem Augenblicke noch, obwohl im Verhältnisse zur ganzen ackerbautreibenden Bevölkerung nur wenige Landwirthe bemüht sind, was sie an Nährstoffen in ihren Producten ausführen, durch eine entsprechende Zufuhr zu decken. Die Zeit wird freilich kommen, wo dieser

---

*) Als in Carlsruhe plötzlich angeordnet wurde, daß zur Beseitigung der Ausdünstung und des üblen Geruches bei Entleerung der Abtrittgruben dieselben mit Eisenvitriol desinficirt werden müssen, wollten die Landwirthe für den Grubeninhalt nichts mehr bezahlen, weil sie meinten, die producirende Kraft gehe dadurch verloren. Die Erfahrung hat jetzt gezeigt, daß die Wirkung des Düngers dadurch nicht beeinträchtigt wird, da in der Folge der desinficirte wie früher bezahlt wird. Der Dünger in den Abtrittswagen bedarf keiner Desinfection.

Ausfall denen erheblich genug erscheinen wird, welche jetzt noch so unverständig sind zu glauben, daß das Naturgesetz, welches ihnen den Ersatz gebietet, auf ihre Felder keine Anwendung habe, und so werden auch in dieser Beziehung die Sünden der Väter ihre Nachkommen büßen müssen. Schlechte Gewohnheiten überwiegen in diesen Dingen bei weitem die bessere Einsicht; auch der unwissendste Bauer weiß, daß der Regen der auf seine Misthaufen fällt, sehr viele silberne Thaler aus dem Haufen herausschwemmt, und daß es von Vortheil für ihn sein würde, wenn er auf seinen Feldern hätte, was sein Haus und die Straßen seines Dorfes verpestet, aber er sieht gleichmüthig zu, weil es von jeher so war.

Phosphorsaure Erden.

Die phosphorsauren Erden gehören zu den vorzugsweise wichtigen Mitteln zur Wiederherstellung der Fruchtbarkeit der Felder, nicht darum, weil sie für die Vegetation selbst eine größere Bedeutung als andere Nahrungsstoffe hätten, sondern weil sie in größter Menge durch das Culturverfahren des Fleisch und Korn erzeugenden Landwirthes den Feldern entzogen werden.

Unter den im Handel vorkommenden Phosphaten muß der Landwirth vor allem im Auge haben, welche Zwecke er damit erreichen will, da für gewisse Zwecke manche Sorten Vorzüge vor anderen haben.

Die sogenannten Superphosphate sind gewöhnliche Phosphate, denen man eine gewisse Menge Schwefelsäure zugesetzt hat, um das unlösliche neutrale Kalksalz in lösliches saures Salz zu verwandeln; sie erhalten häufig den Namen guanisirte Superphosphate, wenn denselben ein Ammoniaksalz und ein Kalisalz beigemischt worden ist. Ein gutes Superphosphat enthält in der Regel 10 bis 12 Procent lösliche Phosphorsäure, die Superphosphate eignen sich auf thon-, überhaupt auf kalkarmen Boden, um

die oberen Schichten der Felder mit Phosphorsäure zu versehen, und die Wirkung derselben auf Kartoffeln und auf Halmgewächse ist auf solchen der des Peru-Guano gleich; für Rüben und Raps, welche aus der beigemischten Schwefelsäure Nutzen ziehen, besitzen sie einen besondern Werth. Auf Kalkboden wird die freie Phosphorsäure und Schwefelsäure sogleich neutralisirt, und die Superphosphate verlieren damit von ihrer wesentlichen Eigenschaft der Verbreitbarkeit, die sie für andere Bodensorten werthvoll macht.

Das Knochenmehl nimmt unter den neutralen Phosphaten den ersten Rang ein. Wenn die Knochen unter hohem Druck der Wirkung des heißen Wasserdampfes ausgesetzt werden, so verlieren sie ihre zähe Beschaffenheit, sie quellen gallertartig auf, werden weich und lassen sich nach dem Trocknen leicht in ein feines Pulver verwandeln. In dieser Form wird seine Verbreitbarkeit im Boden außerordentlich beschleunigt, es löst sich in geringer Menge, aber merklich in Wasser, ohne eines anderen Lösungsmittels zu bedürfen. Was sich unter diesen Umständen im Wasser löst, ist eine Verbindung von Leim mit phosphorsaurem Kalk, welche durch die Ackererde nicht zersetzt wird und darum tief in den Boden eindringt, eine Eigenschaft, welche dem Superphosphat abgeht. In der feuchten Erde geht übrigens der Leim rasch durch Fäulniß in Ammoniakverbindungen über, und der phosphorsaure Kalk wird alsdann von der Ackererde festgehalten. Das Knochenmehl ist das geeignetste Mittel, um die tieferen Schichten der Ackererde mit phosphorsaurem Kalk zu versehen, wozu sich die Superphosphate nicht eignen.

Die durch Brennen von dem Leime befreiten Knochen, oder die Knochenasche, wozu die Knochenkohle der Zuckerraffinerien gerechnet werden kann, müssen zu ihrer vollen Wirksamkeit in das feinste Mehl verwandelt werden; sie bedürfen zu ihrer rasche-

ren Verbreitung im Boden einer verwesenden Substanz, welche die zu ihrer Lösung in Regenwasser erforderliche Kohlensäure liefert; sehr zweckmäßig ist sie in Pulvergestalt dem Stallmiste beizumischen und damit gähren zu lassen. Unter den im Handel vorkommenden Phosphaten zeichnen sich die von den Baker- und Jarvisinseln stammenden Guanoarten durch ihre saure Reaction und durch ihre größere Löslichkeit vor anderen aus, sie enthalten nur wenige Procente einer stickstoffhaltigen Substanz, keine Harnsäure, sodann geringe Mengen von Salpetersäure, Kali, Bittererde und Ammoniak. Der Bakerguano enthält bis 80 Procent, der Jarvisguano 33 bis 34 Procent phosphorsauren Kalk, letzterer außerdem 44 Procent Gyps, in ihrer Verbreitbarkeit stehen sie dem Knochenmehl, bei gleicher Feinheit des Pulvers, unter allen neutralen Phosphaten am nächsten, und ihre Beschaffenheit gestattet dem Landwirth, der ihre Wirkung beschleunigen und erhöhen will, besonders leicht ihre Ueberführung in Superphosphate durch Zusatz von verdünnter Schwefelsäure (auf 100 Gewichtstheile Bakerguano 20 bis 25 Procent concentrirte oder 30 bis 40 Procent sogenannte Kammersäure) zu bewerkstelligen.

Der Einfluß der genannten neutralen Phosphate auf die Erträge eines Feldes ist im ersten Jahre meistens geringer als in den folgenden, insofern die Verbreitung derselben eine gewisse Zeit erfordert, und es hat die gröbere oder feinere Beschaffenheit des Phosphates, die größere oder geringere Porosität des Bodens, sein Gehalt an verwesenden Stoffen und die sorgfältige Bearbeitung desselben einen wesentlichen Theil an der Beschleunigung oder Verlangsamung ihrer Wirkung, unter allen Umständen setzt diese einen gewissen Reichthum des Bodens an löslicher Kieselsäure, Alkalien, Kali und Natron voraus.

Der Unterschied in der Raschheit und Dauer der Wirkung

des Guanos und Knochenmehls ergibt sich aus folgenden Ernteerträgen, welche von H. Zenker in Kleinwolmsdorf in Sachsen in den Jahren 1847 bis 1850 erhalten wurden:

	Knochenmehl (822 Pfd.)		Guano (411 Pfd.)	
	Korn	Stroh	Korn	Stroh
1847 Winterkorn	2798 Pfd.	4831 Pfd.	2951 Pfd.	4711 Pfd.
1848 Gerste . .	2862 „	3510 „	2484 „	3201 „
1849 Wicken .	1591 „	5697 „	1095 „	4450 „
1850 Winterkorn	1351 „	2768 „	732 „	2481 „

Der Ertrag war bei Guanodüngung im ersten Jahre höher, nahm aber in jedem folgenden Jahre ab; bei Knochenmehl-Düngung war der Ertrag im ersten Jahre niedriger, in den folgenden ist aber die Zunahme höchst bemerkenswerth.

Die 411 Pfd. Guano enthielten 53 Pfd. Stickstoff, die erzeugte Gesammternte 271 Pfd. Stickstoff, also nahe fünfmal mehr; das Knochenmehl enthielt nur 37 Pfd. Stickstoff, die Gesammternte 342 Pfd., also nahe neunmal mehr, im Ganzen lieferte das Knochenmehl in der Ernte 71 Pfd. Stickstoff mehr als der Guano. Von einer Beziehung des Stickstoffgehaltes im Dünger zu den geernteten Früchten kann hiernach keine Rede sein.

In den sächsischen Versuchen lieferten die mit Knochenmehl gedüngten Felder die folgenden Ergebnisse:

Düngung mit Knochenmehl:

	Cunnersdorf	Kötitz	Oberbobritzsch	Mäusegast
Menge Knochenmehl . .	823 Pfd.	1233 Pfd.	1644 Pfd.	892 Pfd.
1851 Roggen Korn . .	1399 „	1429 „	2230 „	1982 „
1851 Roggen Stroh . .	4167 „	3707 „	5036 „	4365 „
1852 Kartoffeln	18250 „	19511 „	11488 „	19483 „
1853 Hafer Korn . . .	2346 „	1108 „	1718 „	1405 „
1853 Hafer Stroh . .	3105 „	1224 „	1969 „	1905 „
1854 Klee	10393 „	2186 „	7145 „	5639 „

Mehrertrag über ungedüngt (s. S. 198):

	Cunnersdorf	Kötitz	Oberbobritzsch	Mäusegast
	Pfd.	Pfd.	Pfd.	Pfd.
1851 Roggen Korn . .	223	165	777	—
1851 Roggen Stroh . .	1216	694	2021	—
1852 Kartoffeln	1583	934	1737	2587
1853 Hafer Korn . . .	327	—	190	116
1853 Hafer Stroh . .	542	—	157	65
1854 Klee	1249	1091	6234	101

Das Feld zu Kötitz empfing die Hälfte Knochenmehl mehr als das zu Cunnersdorf, und lieferte an allen Feldfrüchten einen geringeren Ertrag als wie dieses letztere.

Die doppelte Düngung erhöhte in Oberbobritzsch den Mehrertrag an Korn des Feldes im Jahre 1851 um das Dreifache von dem des Cunnersdorfer Feldes, das erstere lieferte über die Hälfte mehr Stroh; aber im dritten Jahre betrug die Steigerung des Haferkorn- und Strohertrages auf dem Felde in Cunnersdorf sehr viel mehr als auf dem in Oberbobritzsch.

Vor allem anderen ist die Steigerung der Kleeerträge bemerkenswerth, und obwohl das Feld zu Oberbobritzsch nur um $^1/_4$ Knochenmehl mehr empfangen hatte als das zu Kötitz, so lieferte es dennoch beinahe 6mal mehr Klee.

Man bemerkt leicht, daß in den ersten drei Versuchen die Quantitäten des zur Düngung angewendeten Knochenmehls sich verhielten wie 1 : $1^1/_2$: 2, und es ergibt die Vergleichung der erhaltenen Mehrerträge, daß, wie bei dem Stallmist und Guano, die Höhe derselben in keiner erkennbaren Beziehung zu der angewendeten Düngermenge stand.

100 Pfd. Knochenmehl lieferten Mehrertrag:

	Cunnersdorf	Kötitz	Oberbobritzsch
1851 und 1853 Roggen	Pfd.	Pfd.	Pfd.
und Hafer	280,8	40,1	191
1852 Kartoffeln	192	75	105
1854 Klee	152	96	380

Repskuchenmehl.

Die Rückstände des durch Auspressen vom fetten Oel befreiten Rübsamens sind reich an einer stickstoffreichen Materie, welche dem Käsestoff der Milch sehr nahe steht, sie enthalten die nämlichen unverbrennlichen oder Aschenbestandtheile wie die Samenaschen. Die Repssamenasche besteht aus phosphorsauren Salzen und ist in ihrer Zusammensetzung von der Asche des Roggensamens sehr wenig verschieden; phosphorsaure Alkalien und phosphorsaure Bittererde sind darin vorwaltend. Man begeht kaum einen Fehler, wenn man annimmt, daß man einem Felde in 100 Pfd. Repskuchenmehl an den unverbrennlichen Bestandtheilen des Roggensamens ebensoviel gibt, als in 250 bis 300 Pfd. Roggensamen enthalten sind.

Die stickstoffhaltige Materie des Repskuchenmehls ist an sich etwas löslich im Wasser und wird noch löslicher bei beginnender Fäulniß, woher es kommt, daß die darin enthaltenen Nährstoffe in einem weit größeren Umkreis in der Erde verbreitet werden, wie z. B. die Hauptbestandtheile des Guanos, des Ammoniaks und die Phosphorsäure, welche nach ihrer Auflösung sogleich von den Erdtheilchen, die damit in Berührung kommen, absorbirt werden. Dieß geschieht bei dem Repskuchenmehl erst dann, wenn die stickstoffhaltige Substanz desselben sich vollständig zer-

setzt hat und ihr Stickstoff in Ammoniak übergeführt ist; diese Zersetzung findet übrigens ziemlich rasch statt, so daß die Wirkung des Repskuchenmehls sich schon im ersten Jahre bemerklich macht.

Wegen der größeren Verbreitbarkeit seiner Bestandtheile im Boden erscheint darum die Wirkung des Repskuchenmehls etwas stärker, wenn man sie z. B. mit der des Guanos bei gleichem Gehalt an Phosphorsäure vergleicht.

Als Düngmittel hat das Repskuchenmehl insofern kaum eine Bedeutung, als nur verhältnißmäßig sehr wenige Landwirthe in der Lage sich befinden, erhebliche Mengen davon für die Zwecke der Düngung sich zu verschaffen, und wenn dessen Ernährungswerth für die Thiere allgemeiner bekannt und anerkannt sein wird, so wird der steigende Preis desselben seine Anwendung als Düngmittel um so mehr beschränken, da man in den Excrementen der damit ernährten Thiere die Hauptmasse der Bestandtheile, die dem Repskuchenmehl als Dünger Werth geben, wiedererhält.

In den sächsischen Versuchen wurden durch Düngung mit Repskuchenmehl folgende Resultate erhalten:

Repskuchenmehl.

	Cunnersdorf	Mäusegast	Kötitz	Oberbobritzsch
	Pfd.	Pfd.	Pfd.	Pfd.
Dünger	1614	1855	1849	3288
1851 Roggen Korn	1868	2645	1578	1946
1851 Roggen Stroh	5699	5998	4218	4475
1852 Kartoffeln	17374	18997	19165	10442
1853 Hafer Korn	2052	1619 Gerste	1408	1517
1853 Hafer Stroh	2768	2298	1550	1939
1854 Klee	9143	6659	981	2105

Mehrertrag über ungedüngt (siehe S. 198):

	Cunnersdorf	Mäusegast	Kötitz	Oberbobritzsch
	Pfd.	Pfd.	Pfd.	Pfd.
Stickstoffmenge im Dünger	78,9	88,8	89	157,8
1851 Roggen Korn	692	407	314	493
1851 Roggen Stroh	2748	1416	1205	1460
1852 Kartoffeln	707	2101	588	691
1853 Hafer Korn	33	330	69	0
1853 Hafer Stroh	205	458	193	127
1854 Kleeheu	0	1121	0	1194

Aehnlich wie bei der Düngung mit Stallmist, Knochenmehl und Guano ergibt sich aus diesen Versuchen, daß auf keinem Felde die Wirkung des Repskuchenmehls in irgend einer nachweisbaren Beziehung zu der angewandten Menge stand.

1000 Pfd. Repskuchenmehl erzeugten Mehrertrag:

	Cunnersdorf	Mäusegast	Kötitz	Oberbobritzsch
	Pfd.	Pfd.	Pfd.	Pfd.
1851 Roggen — Korn und Stroh	2130	989	820	594
1853 Hafer — Korn und Stroh	147	424	141	39
1852 Kartoffeln	438	1132	318	210
1854 Kleeheu	0	604	0	332

In Beziehung auf die Wirkung des im Dünger zugeführten Stickstoffes sind diese Versuche von Interesse; die Vergleichung der Mehrerträge, welche in Oberbobritzsch mittelst Guano und Repskuchenmehl erhalten wurden, lehrt in dieser Beziehung Folgendes:

Oberbobritzsch.

	611 Pfd. Guano =	3288 Pfd. Repsmehl =
	80 Pfd. Stickstoff und 74 „ Phosphorsäure.	157,8 Pfd. Stickstoff und 39,5 „ Phosphorsäure.
1851 u. 1853 Roggen und Hafer	4503 Pfd.	2069 Pfd.
1852 Kartoffeln . .	3979 „	691 „
1854 Kleeheu . . .	4133 „	1194 „

Das eine Feld in Oberbobritzsch empfing im Repskuchenmehl nahe die doppelte Menge Stickstoff, als das andere Feld in Guano, und der Unterschied in den Erträgen ist im höchsten Grade in die Augen fallend.

In den beiden Versuchen verhielt sich	Guano		Repskuchenmehl
der Stickstoff im Dünger wie	1	:	2,
in den Erträgen hingegen			
an Halmgewächsen wie	2	:	1,
an Kartoffeln wie	5,7	:	1,
an Klee wie	3,4	:	1.

Die Wirkung des Stickstoffes im Guano war mithin um das Vierfache bei den Halmgewächsen, um das Zwölffache bei den Kartoffeln, nur um das Siebenfache beim Klee größer als die des Stickstoffes in dem Repskuchenmehl.

Vergleicht man die erhaltenen Mehrerträge mit dem Gehalt an Phosphorsäure in den beiden Düngmitteln, so ergibt sich, daß diese weit eher in Beziehung standen zu ihrem Phosphorsäuregehalte, aber ein bestimmtes Verhältniß fand auch hier nicht statt.

Die Hauptergebnisse der in Cunnersdorf, Mäusegast, Kötitz und Oberbobritzsch auf vier Feldern und einem vierjährigen Umlaufe angestellten Versuche sind folgende:

Alle 48 Ernten auf den ungedüngten, den mit Guano,

Knochenmehl, Guano und Repskuchenmehl gedüngten Feldern ergaben im Roggenkorn und Stroh, den Kartoffeln, dem Haferkorn und Stroh und Klee

durch Düngung mit

	Knochenmehl	Guano	Repskuchenmehl
Gesammternte an Stickstoff	1170 Pfd.	1139 Pfd.	1046 Pfd. Stickstoff
Die Felder lieferten ungedüngt	910 „	910 „	910 „ „
Mehr geernteter Stickstoff	260 Pfd.	229 Pfd.	136 Pfd. Stickstoff
Der Dünger enthielt Stickstoff	207 „	236 „	415 „ „
Mehr als der Dünger	53 Pfd., weniger	7 Pfd.	279 Pfd. Stickstoff

Der an Stickstoff ärmste Dünger (Knochenmehl) gab den absolut höchsten, der daran reichste (Repsmehl) den niedrigsten Ertrag.

Auf 100 Pfd. Stickstoff im Dünger

wurde Stickstoff im Mehrertrage geerntet 125 Pfd. durch Knochenmehl,
97 „ „ Guano,
32 „ „ Repsmehl.

An Phosphorsäure wurde geerntet bei Düngung mit

	Knochenmehl	Guano	Repsmehl	ungedüngt
Phosphorsäure	361 Pfd.	362 Pfd.	338 Pfd.	292 Pfd.
Der Dünger enthielt . .	1102 „	288 „	86 „	0 „
Die Felder gewannen .	741 Pfd.	—	—	—
„ „ verloren . .	—	74 Pfd.	252 Pfd.	292 Pfd.

Holzasche.

Es ist bereits erwähnt worden, daß der Gehalt an Kali von verschiedenen Holzpflanzen sehr ungleich ist, die von hartem Holze ist meistens reicher daran als die von weichem. Die Asche von Buchenholz gibt an Wasser die Hälfte des Kalis als kohlensaures Kali ab, die andere Hälfte bleibt mit kohlensaurem Kalk in einer Verbindung, welche sehr langsam durch kaltes Wasser zersetzt wird. Die Asche von Fichtenholz enthält wie die Tabacksasche in der Regel eine größere Menge von Kalk, so zwar, daß kaltes Wasser häufig kein kohlensaures Kali daraus aufzulösen scheint. Diesen Aschen wird aber nach und nach durch Einwirkung von Wasser das Kali vollständig entzogen, und da sie sich leicht tief unterpflügen lassen, so sind sie vor allen Kaliverbindungen geeignet die tieferen Schichten der Ackerkrume mit Kali zu bereichern. Es ist zweckmäßig, diejenigen Holzaschen, welche das Kali leicht an Wässer abgeben, ehe man sie auf den Acker bringt, mit einer das Kali absorbirenden Erde zu mengen und soviel davon zuzusetzen, daß aufgegossenes Wasser rothes Lackmuspapier nicht mehr bläut; am besten geschieht dies auf dem Acker selbst.

Die mit Wasser ausgelaugte Asche, z. B. der Rückstand, welcher in der Pottaschenbereitung bleibt, besitzt für manche Felder einen hohen Werth, nicht nur wegen des Kalis, welches stets noch darin vorhanden ist, sondern auch wegen seines Gehaltes an phosphorsaurem Kalk und löslicher Kieselsäure.

Da die oberen Schichten unserer Getreidefelder im Verhältniß zu den anderen Nährstoffen an sich schon einen Ueberschuß von Kali enthalten, so übt die Aschendüngung, wenn sie sich auf die Oberfläche des Ackers erstreckt, selten eine nachhaltige Wirkung aus, in die gehörige Tiefe gebracht, gibt sie aber das Mittel ab, um dauernde Ernten von Klee, Rüben oder auch Kartoffeln zu erzielen. Verständige Rübenzucker-Fabrikanten verwenden mit dem größten Vortheil die Rückstände der Destillation ihrer Melassen, welche alle Kalisalze der Rüben enthalten, zu Düngung ihrer Felder, um ihnen das in der Cultur der Rüben entzogene Kali wieder zu ersetzen.

Ammoniak und Salpetersäure.

Wenn man nach den sorgfältigen, auf mehrere Jahre ausgedehnten Beobachtungen von Bineau über den Gehalt des Regenwassers an Ammoniak und Salpetersäure an verschiedenen Orten Frankreichs das Mittel nimmt, so fallen auf die Hectare-Fläche jährlich 27 Kilogr. Ammoniak = 22 Kilogr. Stickstoff und 34 Kilogr. Salpetersäure = 5 Kilogr. Stickstoff, im Ganzen mithin 27 Kilogr. = 54 Zollpfunde Stickstoff. Auf einen englischen Acre macht dies 21,9 Pfd., auf einen sächsischen Acre 30 Pfd. aus. Mit diesen Zahlen stimmen die Beobachtungen Boussingault's und Knop's nahe überein.

Die jährliche mittlere Regenmenge, welche in verschiedenen Gegenden fällt, ist nach der Lage und Höhe der Orte außerordentlich ungleich, und es haben die Untersuchungen ergeben, daß der Gehalt des Regenwassers an Ammoniak und Salpetersäure im umgekehrten Verhältnisse steht zu der Regenmenge; in Gegenden, wo es seltener oder weniger regnet, ist das Wasser reicher an diesen Bestandtheilen als in Gegenden, wo mehr Regen fällt. Der Thau ist nach Boussingault am reichsten an Ammoniak, nach Knop nicht reicher als das Regenwasser (siehe dessen wichtige Abh. im 8. Hefte der landw. Versuchsstat. in Sachsen). Die Pflanzen empfangen aber Ammoniak und Salpetersäure nicht nur durch Vermittelung des Regenwassers

aus dem Boden und im Thau, sondern auch direct aus der Atmosphäre. Die Versuche von Boussingault (Annal. de chim. et de phys. 3. Sér. T. LIII) lassen wohl über die beständige Anwesenheit des Ammoniaks in der Luft keinen Zweifel zu. In einem Kilogramm der folgenden zum Rothglühen erhitzten Materien fand er nach dreitägigem Aussetzen auf einem Porzellanteller in der Luft:

In 1 Kilogr.	Quarzsand .	0,60	Milligr.	Ammoniak,
„ 1 „	Knochenasche	0,47	„	„
„ 1 „	Kohle . . .	2,9	„	„

Obwohl man mit ziemlicher Sicherheit die Ammoniak- und Salpetersäuremenge bestimmen kann, welche ein Feld jährlich im Regenwasser empfängt, so ist diese Bestimmung in dem Thau, der die Pflanze benetzt, nicht ausführbar; ebensowenig läßt sich ermitteln, wieviel Ammoniak oder Salpetersäure direct von der Pflanze gleichzeitig mit der Kohlensäure aus der Luft aufgenommen wird.

In den Hochebenen Central-Amerika's, in welchen es beinahe niemals regnet, empfangen die Cultur- und wildwachsenden Pflanzen ihre Stickstoffnahrung nur durch den Thau oder direct aus der Luft, und man kann wohl, ohne einen Fehler zu begehen, annehmen, daß durch die Luft und den Thau den Pflanzen, welche auf den europäischen Ackerfeldern wachsen, ebensoviel Ammoniak und Salpetersäure dargeboten wird, als das Regenwasser zuführt. Eine Sandfläche, auf welcher keine Pflanzen wachsen, empfängt durch den Regen ebensoviel Ammoniak und Salpetersäure als ein Culturfeld, allein letzteres empfängt durch die Pflanzen eine größere Menge, durch blattreiche Gewächse mehr als durch blattarme.

Nehmen wir nun an, daß in den sächsischen Versuchen die auf den ungedüngten Feldern gewonnenen Halmgewächse, Kar-

toffeln und Klee ihren ganzen Stickstoffgehalt vom Boden und die Pflanzen weder aus der Luft noch aus dem Thau Stickstoffnahrung aufgenommen hätten, so stellt sich für den Gewinn und Verlust des Feldes an Stickstoffnahrung nach den Seite 242 gemachten Annahmen, daß $^{1}/_{10}$ der stickstoffhaltigen Klee- und Kartoffelbestandtheile in der Form am Vieh ausgeführt worden seien, folgende Rechnung heraus:

Das Feld in Cunnersdorf

			lieferte im Ganzen Stickstoff	verlor in d. Ausfuhr Stickstoff	gewann im Regen Stickstoff
		Pfd.	Pfd.	Pfd.	Pfd.
1851	Roggenkorn . .	1176	22,4	22,4	
	Roggenstroh . .	2951	10,6	—	
1852	Kartoffeln	16667	69,8	6,9	
1853	Haferkorn . . .	2019	30,9	30,0	
	Haferstroh . . .	2563	6,6	—	
1854	Kleeheu	9144	202,1	20,2	
				79,5	120

Am Anfang des fünften Jahres war mithin das Feld reicher an Pfund Stickstoff 40,5

Das Feld in Mäusegast

		verlor durch Ausfuhr Stickstoff	gewann im Regen Stickstoff
		Pfd.	Pfd.
1851	Roggen	42,7	
1852	Kartoffeln	7	
1853	Gerste	22,2	
1854	Kleeheu	12,2	
		84,1	120

war 1855 reicher um 35,9 Pfund Stickstoff.

Es ist wohl kaum nöthig, diese Berechnung weiter fortzusetzen, denn alle ergeben das Resultat, daß auch unter den ungünstigsten Annahmen ein Feld durch den Regen allein schon mehr, jedenfalls nicht weniger Stickstoffnahrung zurückempfängt, als es in dem gewöhnlichen Betriebe verliert.

Diese Thatsache dürfte wohl die Behauptung rechtfertigen, daß der Ersatz an Stickstoff die Sorge des Landwirthes eben so wenig beschäftigen sollte, wie der des Kohlenstoffes; beide sind in der That ursprünglich Luftbestandtheile, oder fähig, zu Luftbestandtheilen wieder zu werden, und sind in dem Kreislaufe des Lebens untrennbar von einander.

Der Gehalt des Regenwassers an Ammoniak und Salpetersäure gibt zu erkennen, daß eine Quelle von Stickstoff besteht, welche die Pflanzen ohne Zuthun der Menschen mit dieser nothwendigen Nahrung versieht. Für die anderen Nährstoffe, welche, wie Phosphorsäure, Kali, für sich nicht beweglich sind, besteht dieser Ersatz aus natürlichen Quellen nicht, und man hätte hiernach vermuthen sollen, daß man in der Erforschung der Ursachen, welche in Folge der Cultur das Ertragsvermögen der Felder vermindern, den Grund der Abnahme der Erträge zuerst und vorzugsweise in den an sich unbeweglichen Nährstoffen hätten suchen müssen, und nicht in den im Kreislaufe sich bewegenden, nachdem man mit Bestimmtheit wußte, daß mindestens ein Theil der letzteren jährlich von selbst auf das Feld zurückkehrt; aber in der Entwickelung einer Wissenschaft behaupten in jedem Stadium derselben die einmal angenommenen Ansichten noch eine Zeit lang ihre historische Berechtigung, und so ist es denn auch mit denen, welche dem Stickstoff in der landwirthschaftlichen Cultur eine vorzugsweise Bedeutung zuschreiben.

In der Betrachtung einer Naturerscheinung und in der Aufsuchung ihrer Ursachen weiß man im Anfange nicht, ob

sie einfach oder zusammengesetzt sei, ob sie durch eine oder mehrere Ursachen bedingt werde, und man hält diejenigen für die allein thätigen, welche man als wirksam zuerst erkannt hat. Es ist noch nicht lange her, daß man glaubte, alle Bedingungen des Wachsthums lägen in dem Samen allein, dann fand man, daß das Wasser, später, daß die Luft eine ganz entscheidende Rolle dabei spielte, darauf schrieb man gewissen organischen Ueberresten im Boden einen Hauptantheil an der Fruchtbarkeit des Bodens zu, und da man zuletzt fand, daß unter allen, zur Düngung dienenden Stoffen die thierischen Excremente, die Theile und Bestandtheile der Thiere in ihrer Wirksamkeit alle anderen übertreffen, und zuletzt die chemische Analyse in diesen Materien als Hauptbestandtheil Stickstoff nachgewiesen hatte, so darf man sich nicht wundern, daß man dem Stickstoffe damals die alleinige, später die vorzugsweise Wirkung des Düngers zuschrieb.

Dieser Entwickelungsgang ist naturgemäß und gibt keinen Grund zu einem Tadel ab; man wußte damals noch nicht, daß die Aschenbestandtheile der Gewächse, das Kali, der Kalk, die Phosphorsäure eine ebenso wichtige Rolle in dem Lebensproceß der Gewächse spielen als der Stickstoff, ja man hatte nicht einmal eine Vorstellung davon, in welcher Weise der Stickstoff der Stickstoffverbindungen wirke: man hielt sich an die Thatsache, daß Horn, Klauen, Blut, Knochen, Urin und die festen Ausleerungen der Thiere und Menschen eine entschieden günstige, holzige Substanzen, Sägespäne und ähnliche Stoffe so gut wie gar keine Wirkung hätten. Wenn bei den einen der Grund der Wirkung in der Anwesenheit des Stickstoffes lag, so war der des Mangels an Wirkung bei den anderen der Mangel an Stickstoff, kurz in Beziehung auf die Wirkung des Stickstoffs schienen alle Thatsachen in Harmonie zu stehen und erklärt zu sein.

Wenn der Stickstoff der stickstoffhaltigen Düngmittel die Bedingung ihrer Wirksamkeit war, so folgte daraus von selbst, daß nicht alle einen gleichen Werth für den Landwirth besaßen, weil nicht alle gleichviel Stickstoff enthalten, diejenigen mit einem höheren Procentgehalt, besaßen offenbar einen höheren Werth als die mit einem niedrigen. Durch die chemische Analyse ließ sich leicht der Gehalt an Stickstoff festsetzen und so kam man denn darauf, zum Nutzen des Landwirths, die Düngstoffe in eine Reihe zu ordnen, und jeden mit einer Zahl zu versehen die den relativen Werth derselben feststellte; die stickstoffreichsten als die werthvollsten standen den anderen voran.

Auf die Form des Stickstoffs in diesen verschiedenen Düngstoffen legte man bei dieser Werthbestimmung kein Gewicht und ebenso wenig auf die Stoffe, welche neben der Stickstoffverbindung darin enthalten waren; es war in dieser Reihe ganz gleichgültig, ob die Stickstoffverbindung Leimsubstanz, Horn oder Eiweiß war, oder ob diese Stoffe begleitet waren von phosphorsauren Erden oder Alkalien oder nicht; getrocknetes Blut, Klauen, Hornspäne, wollene Lumpen, Knochen, Rapskuchenmehl waren Glieder einer und derselben Reihe.

Da man unter dem Worte »Stickstoff« keine bestimmte Verbindung verstand, so war damals der Nachweis, daß die Wirkung der stickstoffhaltigen Düngmittel im Verhältniß zu ihrem Stickstoffgehalt stehe, eine Sache der Unmöglichkeit.

Durch die Einführung und Anwendung des Peruguanos und Chilisalpeters erhielt die sogenannte Stickstofftheorie ihre eigentliche Begründung; in seinem Reichthum an Stickstoff kam dem Guano kein Düngstoff gleich, so wie er denn alle anderen an Raschheit und Stärke in der Wirkung übertrifft. Was die Stärke der Wirkung betrifft, so stimmte diese mit der Stickstofftheorie überein, sie entsprach seinem hohen Stickstoffgehalte

und die chemische Analyse gab auch befriedigenden Aufschluß über die Raschheit derselben. Die Thatsache, daß der Einfluß des Guano auf die Erhöhung der Erträge in der Regel rascher war als der von anderen Düngmitteln von gleichem Stickstoffgehalte, machte es augenscheinlich, daß er in einem seiner Bestandtheile eine Eigenschaft in sich trage, welche anderen abging; dieser Bestandtheil mußte, so dachte man, den Pflanzen zuträglicher als andere Stickstoffverbindungen sein.

Die Ermittelung dieses Bestandtheils machte keine Schwierigkeit. Die chemische Analyse zeigte, daß der Peruguano sehr reich an Ammoniaksalzen war, und daß die eine Hälfte seines Stickstoffgehaltes aus Ammoniak bestand; das Ammoniak war aber als Pflanzennahrungsmittel bereits erkannt, und so schien damit keine Schwierigkeit in der Erklärung der Raschheit der Wirkung des Guano mehr zu bestehen. Der Peruguano enthielt hiernach in dem Ammoniak einen der wichtigsten Nährstoffe der Gewächse in concentrirtem Zustande, der in der Erde verbreitet, direct von den Wurzeln der Pflanzen assimilirbar war.

Von dieser Zeit an machte man unter den stickstoffhaltigen Düngmitteln einen Unterschied, man unterschied darin »verdaulichen« und »schwer verdaulichen« Stickstoff, unter dem verdaulichen meinte man das Ammoniak und die Salpetersäure, unter dem schwer verdaulichen, die anderen stickstoffhaltigen Stoffe, die erst verdaulich werden und wirken können, wenn ihr Stickstoff in Ammoniak übergegangen ist.

Die Wirkung des Guano auf die Erhöhung der Kornerträge war unbezweifelbar, die Theorie nahm als ebenso unbestreitbar an, daß die Wirkung auf seinem Gehalte an Stickstoff beruhe; sie hielt es ferner für gewiß, daß das Ammoniak der wirksamste Theil des Stickstoffs im Guano sei. Hier-

aus folgte von selbst, daß die Wirkung des Guano ersetzbar sein müsse durch eine entsprechende Menge Ammoniaksalz, und es schien den Anhängern dieser Ansicht zur beliebigen Steigerung und Erhöhung der Erträge der Kornfelder nichts weiter nöthig zu sein, als die Herbeischaffung der erforderlichen Menge von Ammoniaksalzen zu einem angemessenen Preise. Nur an Humus fehle es, so meinte man früher, nur an Ammoniak fehle es, so meinte man jetzt.

In Beziehung auf die Ansichten über die Bedeutung des Stickstoffes für die Gewächse war dieser Schluß ein unermeßlicher Fortschritt. Während man sonst keine bestimmte Vorstellung mit dem Worte »Stickstoff« verband, hatte man jetzt eine ganz bestimmte; was früher Stickstoff hieß nannte man jetzt »Ammoniak«, eine greifbare, wägbare Verbindung, welche von allen den anderen Stoffen, welche ebenfalls Bestandtheile der stickstoffhaltigen Düngmittel sind, getrennt, jetzt zu Versuchen dienen konnte, um die Wahrheit der Ansicht selbst zu prüfen.

Wenn die Wirkung des Guano im Verhältnisse zu seinem Stickstoffgehalte stand, so mußte eine Ammoniakmenge von gleichem Stickstoffgehalte nicht nur dieselbe, sondern eine noch größere Wirkung hervorbringen, denn die Hälfte des Stickstoffes im Guano besteht aus schwerverdaulichem Stickstoff, das Ammoniak war aber gänzlich assimilirbar.

Wenn in einem einzigen Versuche der Guano eine mächtige und die entsprechende Menge Ammoniak keine, oder eine minder mächtige Wirkung hatte, so reichte dieser Versuch vollkommen hin um die Ansicht zu widerlegen, die man mit dem Stickstoff verband; war sie richtig, so mußte das Ammoniak in allen Fällen wirken, in welchen der Guano wirkte, und in ganz gleicher Weise wirken. Die ältesten in dieser Richtung

angestellten Versuche sind die von Schattenmann (Compt. rend. T. XVII).

Er düngte zehn Stück eines großen Weizenfeldes mit Salmiak und schwefelsaurem Ammoniak; ein gleich großes Stück blieb ungedüngt; von den gedüngten Stücken empfingen das eine per Acre 162 Kilogramm (324 Pfund), die anderen die doppelte, drei- und vierfache Quantität von jedem dieser Salze.

Die Ammoniaksalze (sagt Schattenmann S. 1130) scheinen auf den Weizen einen auffallenden Einfluß auszuüben, denn schon acht Tage nach der Düngung nahm die Pflanze eine tief dunkelgrüne Farbe an, ein sicheres Zeichen einer großen Vegetationskraft.

Der durch die Ammoniakdüngung erzielte Ertrag war folgender:

Empfing Ammoniaksalz			Ertrag in Kilogr.			
			Korn	Stroh	Weniger Korn	Mehr Stroh
1)	1 Acre	— kein	1182	2867		
2)	1 „	162 Klgr. salzsaures	1138	3217	44	348
3)	4 „	324 Klgr., 324 Klgr., 486 Klgr., 486 Klgr. do., Mittel	878	3171	304	314
4)	1 „	162 Klgr. schwefels.	1174	3078	8	211
5)	4 „	324 Klgr., 324 Klgr., 486 Klgr., 648 Klgr., Mittel	903	3248	279	381

Man bemerkt leicht, daß die Erwartungen, die sich an die tief dunkelgrüne Farbe knüpften, nicht in Erfüllung gingen. Die Ammoniaksalze hatten nicht allein keinen Einfluß auf die Erhöhung des Kornertrages gehabt, sondern denselben in allen Versuchen vermindert; der Strohertrag hatte um ein Geringes zugenommen.

Die Ammoniaksalze hatten in diesen Fällen den Kornertrag nicht vermehrt, sondern die entgegengesetzte Wirkung des Guano gehabt, durch welchen in der Regel die Kornerträge vermehrt wurden.

Als bestimmte Beweise gegen die Ansicht über die Wirkung des Ammoniaks konnten aber diese Versuche nicht angesehen werden, da ein vergleichender Versuch mit Guano nicht gemacht worden war; unmöglich war es nicht, daß sich der Guano gerade auf diesem Felde vielleicht ebenso verhalten hätte. Einige Jahre darauf wurden von Lawes und Gilbert eine Reihe von Untersuchungen veröffentlicht, welche die Wirkung des Ammoniaks oder vielmehr der Ammoniaksalze zu bestätigen schienen; sie waren darauf berechnet, die Sätze zu beweisen, daß nicht die unverbrennlichen Nährstoffe des Weizens für sich die Fruchtbarkeit des Feldes zu steigern vermögen, sondern daß der Ertrag an Korn und Stroh eher im Verhältniß zu dem zugeführten Ammoniak stehe; daß man mit Ammoniaksalzen allein eine Steigerung der Erträge erzielen könne, sowie denn stickstoffhaltige Dünger ganz besonders geeignet für die Cultur des Weizens seien.

Die Versuche der Herren Lawes und Gilbert sind aber nichts weniger als beweisend für die Schlüsse, die sie damit begründen wollten, was sie darthun, ist eher die Thatsache, daß sie von dem Wesen der Beweisführung keine Vorstellung hatten.

Sie versuchten nicht zu ermitteln, ob man mit Ammoniaksalzen allein einem Stück Feld dauernd höhere Erträge abgewinnen könne, als ein gleiches Stück desselben Feldes ungedüngt liefert.

Sie versuchten auch nicht zu ermitteln, welche Erträge ein gleiches Stück Feld durch Düngung mit Superphosphat und Kalisalzen in einer Reihe von Jahren liefert, sondern sie bereicherten im ersten Jahre ein Stück Feld auf eine ganze Reihe von Jahren mit Korn- und Strohbestandtheilen, mit Phosphorsäure und kieselsaurem Kali (560 Pfund mit Schwefelsäure aufgeschlossenen Knochen und 220 Pfund kieselsaurem Kali) und

düngten es in den folgenden Jahren mit Ammoniaksalzen allein, und wollen uns in dieser Weise glauben machen, daß die, unter diesen Umständen erhaltenen Mehrerträge bedingt gewesen seien durch die Wirkung der Ammoniaksalze allein!

Die Unzulänglichkeit dieser Versuche der Herren Lawes und Gilbert fällt vielleicht greller in die Augen, wenn man die Frage, die sie zu lösen vorgeben, in einer anderen Weise formulirt. Wir wollen annehmen, sie hätten beweisen wollen, daß die hohen Mehrerträge, welche ein mit Guano gedüngtes Weizenfeld liefere, auf der Wirkung der Ammoniaksalze im Guano beruhe, und daß dessen andere Bestandtheile keinen Antheil daran gehabt hätten. Wenn sie den Guano mit Wasser ausgelaugt und zwei Stücke Feld, das eine mit Guano, das andere mit den löslichen Bestandtheilen einer gleichen Menge Guano gedüngt hätten, so konnten nur zwei Fälle eintreten, der Ertrag beider war entweder gleich oder ungleich. Waren die Erträge gleich, so war es klar, daß die unlöslichen Bestandtheile des Guano keine Wirkung hatten, war der Ertrag des mit Guano gedüngten Stückes größer, so war es sicher, daß die unlöslichen Bestandtheile (Mineralbestandtheile, wie sie die Herren Lawes und Gilbert nennen würden) einen Antheil an dem Mehrertrage hatten. Die Größe dieses Antheils hätte sich vielleicht bestimmen lassen, wenn ein drittes Stück mit den unlöslichen Bestandtheilen, d. i. mit den ausgelaugten Rückständen einer gleichen Menge Guano gedüngt worden wäre.

Wenn die Experimentatoren hingegen zur Führung ihres Beweises, anstatt dieses Versuches, den Guano ausgelaugt und ein Stück Feld im ersten Jahre mit den unlöslichen Bestandtheilen des Guano, und in den darauf folgenden mit den löslichen gedüngt hätten und behaupten wollten, die letzteren, nämlich die Ammoniaksalze des Guano

hätten allein die hohen Mehrerträge hervorgebracht, und daß diese eher im Verhältniß zu den Ammoniaksalzen als zu den unverbrennlichen Bestandtheilen des Guano gestanden hätten, so würden wir Grund haben zu glauben, daß dieselben eine Täuschung beabsichtigt hätten, denn in der Wirklichkeit hatten sie das Feld nicht mit den Ammoniaksalzen allein, sondern mit allen Bestandtheilen des Guano gedüngt.

Was hier in Beziehung auf den Guano gesagt ist, welcher, wie früher erwähnt, gleich einem Gemenge von Superphosphat, Kali und Ammoniaksalzen wirkt, läßt sich wörtlich auf die Versuche von Lawes und Gilbert anwenden.

Sie düngten ihr Feld im ersten Jahre mit einer Quantität von löslicher Phosphorsäure, Kalk und Kali, welche sehr nahe der Menge dieser Stoffe, in 1750 Pfd. Guano, entspricht, und in den darauf folgenden Jahren fügten sie die Ammoniaksalzen hinzu. Die Ackerkrume des Feldes selbst war durch vorhergegangene Culturen offenbar an Stickstoffnahrung erschöpft, und man hätte sich unter diesen Umständen nur darüber wundern können, wenn die Nährstoffe, die im Guano wirken, ohne Ammoniak einen ebenso hohen Ertrag geliefert hätten als mit Ammoniak.

Diese Versuche sind für die Geschichte der Landwirthschaft bemerkenswerth, denn sie zeigen, was man den Landwirthen zu einer Zeit bieten konnte, wo der Mangel am Verständniß richtiger Principien die wissenschaftliche Kritik noch nicht aufkommen ließ.

In Beziehung auf die Fragen über die Bedeutung des Ammoniaks und der Ammoniaksalze wurden in den Jahren 1857 und 1858, von Seiten des Generalcomité's des landwirthschaftlichen Vereins in Bayern, eine Reihe vergleichender Versuche in der Gemarkung Bogenhausen über die Wirkung

des Guanos und verschiedener Ammoniaksalze von gleichem Stickstoffgehalte angestellt, deren Ergebnisse entscheidend sind.

In diesen Versuchen wurde von 18 Stücken, jedes von 1914 □Fuß Fläche, eines völlig ausgetragenen Feldes (Lehmboden), welches in gewöhnlicher Stallmistdüngung Roggen, dann zweimal Hafer getragen hatte, vier Stücke mit Ammoniaksalzen und ein Stück mit Guano gedüngt; ein Stück blieb ungedüngt.

Als Ausgangspunkt zur Ermittelung der Menge der anzuwendenden Düngmittel wurde angenommen, daß 336 Pfd. Guano pr. bayer. Tagwerk (400 Pfd. pr. Acre engl.) einer vollen Stallmistdüngung entsprechen, wonach auf die erwähnte Fläche 20 Pfd. Guano sich berechnen.

Die gewählte Sorte guten peruvianischen Guanos wurde vorher analysirt und in 100 Theilen eine Menge Stickstoff darin ermittelt, welche 15,39 Ammoniak entsprach; in der Regel ist nur die Hälfte des Stickstoffes im Guano als Ammoniak und die andere als Harnsäure, Guanin ꝛc. darin zugegen, von deren Wirksamkeit auf den Pflanzenwuchs man, wie bereits erwähnt, soviel wie Nichts weiß. Man nahm aber an, daß der Stickstoff in diesen anderen Stoffen ebenso wirksam sei, als der im Ammoniak und berechnete darnach das Quantum der verschiedenen Ammoniaksalze, welche ebenfalls vorher analysirt waren, um über ihren Ammoniakgehalt vollkommene Gewißheit zu erlangen. Für die obigen 20 Pfd. Guano berechnen sich hiernach 1719 Gramm Ammoniak, und ein jedes der anderen vier Stücke empfing in dem zur Düngung angewendeten Ammoniaksalz genau dieselbe Menge Ammoniak.

Es ist klar, daß wenn durch den Guano ein Mehrertrag erhalten wurde und dieser bedingt oder abhängig war von seinem Stickstoffgehalte, so mußte nothwendig ein jedes der vier anderen Stücke, da sie dieselbe Stickstoffmenge empfangen

hatten, sich genau so verhalten, wie wenn sie ebenfalls mit 20 Pfd. desselben Guanos gedüngt worden wären. Die Resultate waren folgende:

Vergleichende Versuche in Bogenhausen mit Guano und Ammoniaksalze von gleichem Stickstoffgehalte:

Ernteertrag 1857

Gedüngt mit	Gerste Korn	Gerste Stroh	
5880 Gramm kohlensaurem Ammoniak . .	6335	16205	Gramm
4200 „ salpetersaurem „ . . .	8470	16730	„
6720 „ phosphorsaurem „ . . .	7280	17920	„
6720 „ schwefelsaurem „ . . .	6912	18287	„
Guano			
20 Pfd.	17200	33320	„
Ungedüngt	6825	18375	„

Obgleich jedes der vier Stücke die nämliche Menge Stickstoff empfangen hatte, so stimmte dennoch der Ertrag von keinem mit dem des anderen überein; im Ganzen war der Ertrag der mit Ammoniaksalzen gedüngten Stücke im Stroh und Korn zusammengenommen sehr wenig höher als der des ungedüngten Stückes; das mit Guano gedüngte Stück lieferte hingegen für die gleiche Stickstoffmenge $2^1/_2$mal mehr Korn und 80 Procent mehr Stroh als das Mittel der mit Ammoniaksalzen gedüngten Stücke.

Dieser Versuch wurde im darauf folgenden Jahre in derselben Gemarkung mit Winterweizen in gleicher Weise wiederholt. Das gewählte Feld war 6 Jahre vorher zuletzt mit Stallmist gedüngt worden, trug Winterroggen, dann Klee, und hierauf 3 Jahre Hafer. Die Haferstoppeln wurden umgebrochen, dann noch zweimal gepflügt, und am 12. September 1857 gesäet und untergeeggt an einem Tage; sogleich nach der Saat fiel ein milder Gewitterregen.

Das Feld war in 17 gleiche Parzellen, jede zu 1900 □Fuß, eingetheilt, jede Parzelle durch Furchen von der anderen getrennt, jede besonders gesäet und eingeeggt. Die Guanomenge betrug 18,8 Pfd., und es wurde nach seinem Stickstoffgehalte die Menge der angewendeten Ammoniaksalze berechnet, so zwar, daß, wie im vorhergehenden Versuch, ein jedes Stück eine ganz gleiche Menge empfing. Die Resultate waren folgende:

Versuch in Bogenhausen:

	Ernteertrag 1858 Winterweizen	
Gedüngt:	Korn	Stroh
mit Guano lieferte	32986	79160 Gr.
„ schwefelsaurem Ammoniak (11,8 Pfund)	19600	41440 „
„ phosphorsaurem Ammoniak (11,9 Pfund)	21520	38940 „
„ kohlensaurem Ammoniak (10,6 Pfund)	25040	57860 „
„ salpetersaurem Ammoniak (7,1 Pfund)	27090	65100 „
Ungedüngt	18100	32986 „

Diese Versuche beweisen auf eine evidente Weise die Irrigkeit der Ansicht, welche die Wirkung eines höchst wirksamen stickstoffreichen Düngmittels dem darin vorhandenen Stickstoff vorzugsweise zuschreibt. An der Wirkung dieser Düngmittel hat der Stickstoff Antheil, sie steht aber nicht im Verhältniß zu seinem Stickstoffgehalt.

Wenn das Ammoniak oder die Ammoniaksalze die Erträge eines Feldes erhöhen, so hängt ihre Wirkung von der Beschaffenheit des Bodens ab.

Was hier unter der Beschaffenheit des Bodens gemeint ist, versteht Jedermann; das Ammoniak kann im Boden kein Kali, keine Phosphorsäure, keine Kieselsäure, keinen Kalk erzeugen, und wenn diese Stoffe, welche zur Entwickelung einer Weizenpflanze unentbehrlich sind, im Boden fehlen, so wird das Ammoniak schlechterdings keine Wirkung hervorbringen können, und wenn in Schattenmann's, sowie in den er-

wähnten Bogenhäuser Versuchen die Ammoniaksalze keine Wirkung hatten, so beruhte dies nicht darauf, daß sie an sich nicht wirkungsfähig waren, sondern sie waren nicht wirksam, weil es an den Bedingungen ihrer Wirksamkeit gefehlt hat. Lawes und Gilbert setzten diese Bedingungen ihrem Felde zu und machten sie in dieser Weise wirksam.

Die Resultate Kuhlmann's über die Wirkung der Ammoniaksalze auf Wiesen sind ganz ähnlich; er düngte ein Stück Wiese mit schwefelsaurem Ammoniak, und erhielt einen Mehrertrag an Heu über das ungedüngte Stück, weil eine gewisse Menge Phosphorsäure, Kali u. s. w. wirksam wurden, die es ohne die Mitwirkung des Ammoniaksalzes nicht gewesen wären, und als er dem Ammoniaksalz noch phosphorsauren Kalk zusetzte, so wurde dessen Wirksamkeit in außerordentlichem Grade größer, er erhielt:

Ertrag pro Hectare an Heu 1844.

Durch Düngung mit		Ueber das ungedüngte
1) 250 Kilogr. schwefelsaurem Ammoniak . .	5564 Kilogr.	1744 Kilogr.
2) 333 „ Salmiak mit phosphorsaurem Kalk	9906 „	6086 „
3) Ungedüngtes Stück	3820 „	— „

Durch das schwefelsaure Ammoniak allein erhielt Kuhlmann hiernach etwas über die Hälfte mehr Heu, als das ungedüngte Stück lieferte, durch die Beigabe von phosphorsaurem Kalk beinah dreimal so viel.

Die Anhänger der Ansicht über die vorzugsweise Wichtigkeit des Stickstoffs des Düngers für den Feldbau hatten sich eine ähnliche Vorstellung über den Grund der Fruchtbarkeit der Felder gebildet.

Wenn in der That die Wirkung eines Düngmittels auf ein Feld bedingt war von einer Bereicherung des Feldes an

Stickstoff, so konnte der Grund der Erschöpfung nur auf einer Verarmung an Stickstoff beruhen, und das Düngmittel stellte die Ertragfähigkeit wieder her, wenn dem Felde der in der Ernte entzogene Stickstoff wieder ersetzt wurde. Die ungleiche Fruchtbarkeit der Felder mußte hiernach abhängig sein von einem ungleichen Gehalt an Stickstoff; das daran reichere müßte fruchtbarer sein als das daran arme.

Auch diese Ansicht kam zu einem kläglichen Ende, denn was für die Düngstoffe nicht wahr war, konnte unmöglich wahr für ein Feld sein.

Jeder, welcher mit der chemischen Analyse bekannt ist, weiß, daß unter den Bestandtheilen des Bodens keiner mit größerer Genauigkeit annähernd bestimmt werden kann, als der Stickstoff, und so wurde denn nach der gewöhnlichen Methode der Stickstoff in einem ausgetragenen Boden in Weihenstephan und Bogenhausen bestimmt und auf 10 Zoll Tiefe berechnet:

Das Feld enthielt pro Hectare:

	Bogenhausen		Weihenstephan	
Kilogr.	5145	—	5801	Stickstoff.

Auf den beiden Feldern wurde 1857 Sommergerste gebaut und folgende Erträge erhalten pro Hectare:

		Bogenhausen	Weihenstephan
Kilogr.	Korn	413	1604
	Stroh	1115	2580
		1528	4184

Bei einem nahe gleichen Stickstoffgehalte lieferte demnach das Weihenstephaner Feld beinahe viermal soviel Korn und mehr wie doppelt soviel Stroh als das Bogenhäuser.

Diese Versuche wurden 1858 in Weihenstephan mit Winter=

weizen, in Schleißheim mit Winterroggen wiederholt und ergaben:

Stickstoffgehalt auf 10 Zoll Tiefe pro Hectare

	des Schleißheimer	Weihenstephaner Feldes
Kilogr.	2787	5801

		Schleißheim	Weihenstephan
Kilogr.	Korn	115	1699
	Stroh	282,6	3030
		397,6	4729

Der Stickstoffgehalt des Schleißheimer Feldes verhielt sich zu dem des Weihenstephaner wie 1 : 2, die Erträge hingegen wie 1 : 14.

Von einer Beziehung des Stickstoffgehaltes des Bodens zu seinem Ertragvermögen kann nach diesen Thatsachen keine Rede sein; in der Wirklichkeit hegt auch Niemand diese Meinung mehr, denn seit Kroker's Versuchen im Jahre 1846, welcher durch die Bestimmung des Stickstoffes in 22 Bodenarten aus verschiedenen Gegenden gefunden hatte, daß selbst ein unfruchtbarer Sand über hundertmal, andere Ackererden bis zu einer Tiefe von 10 Zoll fünfhundert bis tausendmal mehr Stickstoff enthalten, als eine volle Ernte nöthig hat, sind ähnliche Untersuchungen in allen Ländern gemacht worden, welche die Ergebnisse von Kroker bestätigen.

Es ist seitdem eine ganz allgemein anerkannte Thatsache, daß die große Mehrzahl der cultivirten Felder bei weitem reicher an Stickstoff als an Phosphorsäure sind, und daß der relative Stickstoffgehalt, den man als Maßstab zur Messung des Düngerwerthes gewählt hatte, völlig unanwendbar war für die Beurtheilung der Ertragfähigkeit der Felder.

Zwischen der chemischen Analyse der Düngersorten und des Bodens erhob sich damit ein unlösbarer Widerspruch; in dem chemischen Laboratorium konnte der Wirkungswerth des Düngmittels in Procenten des Stickstoffgehaltes genau bestimmt werden, hatte aber der Landwirth seinen Dünger dem Boden einverleibt, so verlor die Bestimmung des Procentgehaltes des Bodens an Stickstoff in Beziehung auf die Beurtheilung seines Ertragvermögens alle Gültigkeit.

Anstatt, daß dieses unverständliche Verhalten Zweifel gegen die Ansicht über die vorzugsweise Wirkung des Stickstoffs hätte erwecken sollen, für welche man, wie bereits bemerkt, nicht den allergeringsten thatsächlichen Beweis hatte, hielten die Vertheidiger dieser Ansicht daran fest und suchten das Verhalten des Bodens durch neue und noch seltsamere Erfindungen zu erklären. Man hatte wahrgenommen, daß ein sehr kleiner Bruchtheil von der im Boden vorhandenen Menge Stickstoff, in der Form von Guano, Stallmist oder Chilisalpeter, die Erträge der Felder wirklich steigerte, während die Wirkung anderer Düngmittel, welche den Stickstoff nicht in der Form von Ammoniak oder Salpetersäure enthielten, der Zeit nach sehr ungleich war, und wie Hornspäne, wollene Lumpen, sehr langsam wirkten; dies führte zu der Annahme, daß der Stickstoff auch in der Ackererde seiner Natur nach ebenso verschieden wie in den Düngmitteln sei; ein Theil sei in der Form von Ammoniak oder Salpetersäure darin enthalten, und dieser sei der eigentlich wirkungsfähige, ein anderer hingegen, in einer besonderen Form, über die man sich keine Rechenschaft gab, wirke gar nicht.

Die Ertragfähigkeit eines Feldes stehe also nicht im Verhältniß zu seinem ganzen Stickstoffgehalte, sondern er könne nur gemessen werden durch seinen Gehalt an Salpetersäure und Ammoniak. Da die Anhänger der Ansicht über die Wirksam-

keit des Stickstoffs sich daran gewöhnt hatten, von jedem Beweis für die Wahrheit desselben Umgang zu nehmen, so wurde natürlich auch auf den thatsächlichen Beweis für diese Erweiterung derselben verzichtet. Man glaubte denselben auf folgende Weise führen zu können:

Wenn der Ertrag eines Feldes an Stickstoff im Korn und Stroh, sechs, vier, drei oder zwei Procent der ganzen Stickstoffmenge im Boden ausmachte, so war der Grund der, weil das Feld sechs, vier, drei oder zwei Procent wirksamen Stickstoff enthalten habe, die übrigen 94, 96, 97 oder 98 Procent Stickstoff waren unwirksamer Stickstoff.

Den Grund der Wirkung (den wirksamen Stickstoffgehalt) erschloß man mithin aus der Wirkung (dem Stickstoffgehalt der Erträge); wäre von der ganzen Menge Stickstoff mehr wirksam gewesen, so hätte man höhere Erträge erhalten, erhielt man niedere Erträge, so war es, weil es an wirksamen Stickstoff gefehlt hatte. Führte man in dem Guano oder Stallmist mehr wirksamen Stickstoff zu, so wurden die Erträge gesteigert.

Mit dem neuen Maßstabe für die Beurtheilung der Ertragsfähigkeit des Bodens hatte man den früheren für den Düngerwerth thatsächlich aufgegeben, denn wenn man nur der Salpetersäure und dem Ammoniak im Boden eine Wirksamkeit zuerkannte, und allen anderen Stickstoffverbindungen nicht, so war es offenbar nicht zulässig, die Stickstoffverbindungen der Dünger, die kein Ammoniak und keine Salpetersäure waren, mit diesen beiden Nährstoffen in eine Reihe zu stellen.

In der Werthreihe der Dünger nahmen aber getrocknetes Blut, Hornspäne, Leim, die stickstoffhaltigen Bestandtheile des Repskuchenmehles, lauter Materien, die weder Salpetersäure noch Ammoniak enthalten, einen hohen Rang ein. Die gün-

stige Wirkung dieser Düngmittel war in der Mehrzahl der Fälle unbezweifelbar, aber durch die Analyse bestimmbar war sie nicht. Von zwei Feldern, wovon das eine mit Repskuchenmehl gedüngt worden ist, das andere nicht, liefert das erstere einen höheren Korn- oder Rübenertrag als das andere, ohne daß man im Stande ist, darin mehr Ammoniak als in dem anderen nachzuweisen. Man hatte zwar angenommen, daß die Stickstoffverbindungen in diesen Düngmitteln, das Albumin des Blutes, des Repskuchenmehles, des Leims, nach und nach in Ammoniak übergehen und darum wirken, aber man setzte als selbstverständlich voraus, daß die im Boden vorhandenen sogenannten unwirksamen Stickstoffverbindungen nicht die Fähigkeit besitzen, Ammoniak zu liefern, oder sich zu Salpetersäure zu oxydiren.

Man wußte zwar, daß in zwei Feldern, von denen das eine viel mehr Kalk als das andere enthält, das kalkreichere darum häufig nicht fruchtbarer ist für Klee; Niemand dachte daran, anzunehmen, daß der Kalk in dem kalkreichen in zweierlei Zuständen enthalten sei, in einem wirksamen und unwirksamen, und daß der wirksame Theil des Kalkes den Unterschied in den Kleeerträgen bedingt habe.

Man wußte, daß von zwei Feldern, die man beide mit demselben Knochenmehl düngt, das eine einen höheren Ertrag häufig giebt als das andere, und Niemand dachte daran, anzunehmen, daß die Nichtwirkung des Knochenmehls auf dem anderen Felde darauf beruht habe, weil es in einen Zustand der Unwirksamkeit übergegangen sei.

Man wußte also, daß auf die Erträge eines Feldes der Ueberschuß von keinem einzigen Nährstoff einen Einfluß ausübt, aber für den Stickstoff nahm man an müsse es sich anders verhalten; ein Ueberschuß müßte wirken, und wenn er

nicht wirkte, so war der Grund nicht im Felde, sondern in der Beschaffenheit und in der Natur der Stickstoffverbindungen gelegen.

Man erkennt hieraus, daß die Ansicht, welche dem Stickstoff die Hauptwirkung in dem Feldbau zuschrieb, zu einer beispiellosen Begriffsverwirrung und zu den leichtfertigsten und abgeschmacktesten Voraussetzungen führte. Keiner von den Anhängern derselben hatte sich die mindeste Mühe gegeben, eine der als unwirksam angesehenen Stickstoffverbindungen aus dem Boden darzustellen und ihre Eigenschaften zu studiren; man schrieb ihnen ein Verhalten zu, von dem man schlechterdings nichts wissen konnte, da man sie selbst nicht kannte.

Da die Anhänger dieser Ansicht über die Natur der im Boden vorhandenen Stickstoffverbindungen nichts zu sagen wußten, so wollen sie uns glauben machen, daß man überhaupt davon nichts wisse, allein für Jeden, der einige Kenntniß der Chemie besitzt, besteht über den Ursprung des Stickstoffs in der Ackererde nicht die geringste Ungewißheit oder Unklarheit. Der Stickstoff in der Ackererde stammt entweder aus der Luft, welche denselben der Erde im Regen oder Thau zuführt, oder von organischen Stoffen, von Pflanzentheilen, die sich in Folge einer Reihe von absterbenden Pflanzengenerationen darin anhäufen, oder von Thierüberresten, welche die Erde enthält, oder welche der Mensch in der Form von Excrementen derselben einverleibt hat. Die Excremente der Thiere und Menschen, die Leichen der Thiere in der Erde, der Menschen in den Särgen verschwinden nach einer Reihe von Jahren bis auf ihre unverbrennlichen Bestandtheile; der Stickstoff dieser Bestandtheile wird zu gasförmigem Ammoniak, welches sich in der umgebenden Erde verbreitet. Unzählige Lager von Ueberresten untergegangener Thierorganismen von der größten Ausdehnung, von Thierüberresten,

welche Gebirgslager bilden, oder in Gebirgsarten eingebettet sich vorfinden, beurkunden die außerordentliche Verbreitung des organischen Lebens in früheren Perioden der Erde, und es sind die in Ammoniak und Salpetersäure übergegangenen stickstoffhaltigen Bestandtheile dieser Thierleiber, welche heute noch in dem Haushalte der Pflanzen- und Thierwelt eine thätige Rolle spielen.

Wenn in dieser Beziehung der mindeste Zweifel bestände, so würde dieser durch die Untersuchungen von Schmid und Pierre als vollkommen beseitigt angesehen werden müssen (Compt. rend. T. XLIX p. 711—715).

Schmid untersuchte (s. Peters Akad. Bull. VIII. 161) mehrere Proben russischer Schwarzerde (Tscherno-sem) aus dem Gouvernement Orel, darunter drei von demselben Felde, dessen Boden er als „jungfräulichen" bezeichnet, von dem man also annehmen kann, daß er niemals landwirthschaftlich bebaut worden ist; der Stickstoffgehalt desselben betrug:

Stickstoffgehalt des Tscherno-sem

unter dem Rasen	0,99	Procent Stickstoff
4 Werschok tiefer	0,45	" "
über dem Untergrunde . . .	0,33	" "

Nimmt man das Gewicht des Kubikdecimeters dieser Erde zu 1100 Gramm an, so enthielt der Boden, auf die Fläche eines Hectars berechnet,

auf 1 Decimeter Tiefe . .	10890	Kilogr. Stickstoff
1 " tiefer . .	4950	" "
1 " tiefer . .	3630	" "
30 Centimeter tief	19470	Kilogr. Stickstoff.

Pierre fand bei seiner Untersuchung eines Bodens in der Nähe von Caen einen Gehalt von 19620 Kilogramm Stick-

stoff in einer Hectare in folgender Weise auf einen Meter tief vertheilt:

In der ersten Schicht von	25	Cent. Tiefe enthielt der Boden	8360	Kilogr.
„ „ zweiten „	„ 25—50	„ „ „ „ „	4959	„
„ „ dritten „	„ 50—75	„ „ „ „ „	3479	„
„ „ vierten „	„ 75—100	„ „ „ „ „	2816	„
			19614	Kilogr.

Die obersten Schichten oder die eigentliche Ackerkrume (etwa 10 Zoll tief) waren also nach beiden Untersuchungen am reichsten an Stickstoff, in den tieferen Schichten nahm der Gehalt desselben ab.

Eine solche Beschaffenheit beweist auf die unzweideutigste Weise den Ursprung des Stickstoffs in der Ackererde.

Wenn die obersten Schichten des Bodens, denen durch die Cultur unaufhörlich Stickstoff entzogen worden ist, mehr Stickstoff als die tieferen enthalten, so folgt daraus von selbst, daß der Stickstoff von Außen her gekommen ist.

Die Analyse der verschiedensten Bodenarten in verschiedenen Ländern und Gegenden zeigen, daß es kaum einen fruchtbaren Weizenboden gibt, der nicht mindestens 5 bis 6000 Kilogramm Stickstoff pro Hectare Feld auf 25 Centimeter Tiefe enthielt und die einfachste Vergleichung der Stickstoffmenge im Boden mit der in den geernteten Früchten hinweggenommenen zeigte, daß diese nur einen sehr kleinen Bruchtheil davon ausmachte, und daß er eher an allen anderen Nährstoffen als an Stickstoff erschöpfbar ist.

Die Versuche von Mayer (Ergebniß landwirthschaftlicher und agriculturchemischer Versuche. München. 1. Heft, S. 129) zeigen, daß das Verhalten der Ackererde gegen Alkalien in wässeriger Lösung keinen Aufschluß giebt über die Natur der darin enthaltenen Stickstoffverbindungen; man hatte angenom-

men, daß aller Stickstoff, der in der Erde in der Form von Ammoniak enthalten sei, durch Destillation mit ätzenden Alkalien abscheidbar sein müßte, und daß der nicht abgeschiedene Theil des Stickstoffs kein Ammoniak sein könne. Mayer bewies die Unrichtigkeit dieser Annahme; er fand zuerst, daß manche an humosen Bestandtheilen reiche Erden beim vierstündigen Sieden, was man einem vierstündigen Auslaugen mit siedendem Wasser gleich setzen kann, eine sehr beträchtliche Menge Ammoniak zurückhalten; die zu diesen Versuchen dienenden Erden waren 1. Baumerde aus einem hohlen Baumstamme, 2. an organischen Gemengtheilen reiche Gartenerde aus dem botanischen Garten, 3. strenger Thonboden aus Bogenhausen.

1 Million Milligramm (1 Kilogramm) hielten zurück:

In der Siedhitze . . .	1) Baumerde —	2) Gartenerde —	3) Thonboden
Milligramm Ammoniak . .	7308	4538	1576

Wenn man eine Ackererde mit einer schwachen Lösung von reinem Ammoniak, oder durch Stehenlassen in einem Raume mit Ammoniakgas oder über kohlensaurem Ammoniak mit diesem Körper sättigt, sodann trocknet und 14 Tage trocken in dünnen Schichten an der Luft liegen läßt, so entweicht alles in der Erde nicht festgebundene Ammoniak, was sich übrigens auch durch fortgesetztes Auswaschen mit kaltem Wasser entziehen läßt. Wenn man nun solche gesättigte Erden, deren Ammoniakgehalt man genau ermittelt hat und kennt, mit Natronlauge der Destillation bei Siedhitze aussetzt, so zeigt sich, daß ein sehr beträchtlicher Theil des absorbirten Ammoniaks auf diesem Wege nicht abscheidbar ist. In dem Folgenden drücken A die Ammoniakmengen aus, welche von verschiedenen Erden bei gewöhnlicher Temperatur absorbirt wurden, B die Ammoniakmengen, welche eben diese Erden nach 12- bis 15stündiger

Einwirkung von Natronlauge im Wasserbade zurückgehalten haben.

1 Million Milligramm Erde

	aus Havanna	— Schleißheim	— Bogenhausen	— Thonboden
A. Ammoniak . .	5520	3900	3240	2600
B: „ . .	920	970	990	470

Das Vermögen, von dem absorbirten Ammoniak unter diesen Verhältnissen eine gewisse Menge zurückzuhalten, ist, wie man sieht, sehr ungleich, die Havannaerde (ein magerer Kalkboden) hielt den sechsten, der Schleißheimer Boden den vierten, die Bogenhäuser Erde beinahe den dritten Theil des absorbirten Ammoniaks zurück *).

Es erklärt sich hieraus, warum man aus einer mit Ammoniak gesättigten Ackererde nur einen Theil beim mehrstündigen Erhitzen mit Natronlauge wiederbekommt, und es ist mehr vielleicht die lange Einwirkung des Wassers bei höherer Temperatur, als die chemische Anziehung des Natrons, welche das gebundene Ammoniak allmälig in Gasform abscheidet. Bei

*) Dieses besondere Verhalten kann nicht in Verwunderung setzen, denn es beweist nur, daß das Ammoniak in der Erde zum Theil in einer ganz anderen Form als in der eines Salzes enthalten sei. Die Ammoniaksalze sind Ammoniumverbindungen, welche durch Alkalien, alkalische Erden und Metalloxyde mit größter Leichtigkeit zersetzt werden, indem das Alkali an die Stelle des Ammoniumoxydes tritt, oder das Ammonium von einem andern Metalle vertreten wird; wir haben aber keinen Grund zu glauben, daß das durch eine physikalische Anziehung in der porösen Ackerkrume gebundene Ammoniak seinen Platz einem andern Körper überläßt und durch diesen abscheidbar ist, der nicht eine stärkere Anziehung dazu hat.

Der kohlensaure Kalk übt auf schwefelsaures Ammoniak in der Kälte kaum eine Wirkung aus, allein in einer Ackererde, welche kohlensauren Kalk enthält, wird das Ammoniaksalz vollständig zersetzt, es tritt Kalk an die Stelle des Ammoniaks, aber dieses wird nicht frei, sondern geht eine weitere Verbindung ein, auf welche der Kalk keine Wirkung ausübt.

dieser Operation tritt in der That keine Grenze ein, wo die Ammoniakentwickelung aufhört, selbst nach 25 Stunden anhaltender Erhitzung im Wasserbade reagirt die übergehende Flüssigkeit noch alkalisch.

Die obigen Ackererden im natürlichen Zustande verhalten sich gegen siedende Natronlauge genau so, wie wenn sie theilweise mit Ammoniak gesättigt wären. In dem Folgenden drücken A die ganzen Stickstoffmengen in Ammoniak aus, welche durch Glühen mit Natronkalk aus verschiedenen Erden erhalten wurden, B die Ammoniakmengen, welche durch 12- bis 25-stündiges Erhitzen mit Natronlauge daraus abscheidbar waren.

1 Million Milligramm Erde

	Havanna	Schleißheim	Bogenhausen	Thonboden	
A . . .	2640	4880	4060	2850	Milligramm
B . . .	510	1270	850	830	"

Diese Zahlen führen zu einigen interessanten Betrachtungen, sie zeigen unter anderen, daß der dritte, vierte oder fünfte Theil alles im Boden enthaltenen Stickstoffs in der Form von Ammoniak abscheidbar ist, auch bei dieser Behandlung reagirt nach 25stündigem Destilliren mit Natronlauge das übergehende immer noch alkalisch.

Da man nun aus einer mit Ammoniak gesättigten Erde ein Drittel, ein Viertel oder ein Sechstel von dem zugeführten absorbirten Ammoniak nach fünf- bis sechsstündigem Erhitzen mit Natronlauge zurückbehält und nicht behauptet werden kann, daß der zurückgebliebene Theil seine Natur verändert habe und kein Ammoniak mehr sei, so läßt sich offenbar aus dem Verhalten der Erde im natürlichen Zustande unter denselben Umständen nicht schließen, daß der Stickstoff, den man durch Destillation nicht als Ammoniak erhält, darum nicht als Ammoniak in der Erde enthalten sei.

Wenn auch die oben beschriebenen Versuche den Beweis nicht in sich einschließen, daß aller Stickstoff im Boden die Form von Ammoniak besitze (ein Theil ist ohnedies meist als Salpetersäure darin enthalten), so giebt es demungeachtet keinen Gegenbeweis, daß er nicht als Ammoniak darin zugegen sei.

Für die Erörterung der Frage um die es sich hier handelt, kommt es auf diesen Beweis im strengsten Sinne nicht an, sondern es genügt hier darzuthun, daß das Verhalten des Bodens in Beziehung auf seinen Stickstoffgehalt ganz dasselbe ist wie das des Stalldüngers. Nur ein kleiner Theil des Stickstoffes im Stalldünger läßt sich durch Destillation mit Alkalien abscheiden, bei weitem der größte Theil kann nur durch zersetzende Einflüsse daraus abgeschieden werden.

Nach Völker's Analyse enthalten 800 Centner frischer Stalldünger:

	1854, November.	1855, April.
Stickstoff	514 Pfunde	712 Pfunde
Ammoniak { frei . . . . 27,2 / in Salzen 70,4 }	97,6 »	74,4 »

Vergleichen wir damit den Gehalt der Schleißheimer und Bogenhäuser Erde an abscheidbarem Ammoniak und an Stickstoff im Ganzen, so haben wir:

800 Centner Ackererde enthalten

	Schleißheim	Bogenhausen
Stickstoff	321,6 Pfunde	267,2 Pfunde
worin abscheidbar Ammoniak	101,6 »	68,0 »

Man sieht wohl ein, daß wenn zwei an Stickstoff nicht besonders reiche Erden eben so viel Ammoniak als das gleiche Gewicht Stalldünger enthalten, so ist, wenn man die Wirksamkeit des Stallmistes seinem Ammoniakgehalte allein zuschreiben

will, die Unfruchtbarkeit des Schleißheimer Feldes völlig unerklärbar.

Wir nehmen an, daß die ganze Stickstoffmenge im Stalldünger einen bestimmten Antheil an seiner Wirkung hat, und da die stickstoffhaltigen Bestandtheile in der Ackererde ihrem Ursprunge nach identisch mit den Materien sind, welche Bestandtheile der Düngstoffe ausmachen, so ist es unmöglich, den ersteren eine Wirkung zuzuschreiben, die den anderen nicht ebenfalls zukommt.

Thatsache ist, daß die Stickstoffverbindungen im Boden häufig auf die Erträge keine erhöhende Wirkung äußern, während die in den Düngstoffen unbezweifelbar günstig darauf einwirken; es müssen hiernach die Wirkungen der Stickstoffverbindungen im Dünger durch Ursachen bedingt gewesen sein, die in der Erde fehlten, und es ist klar, daß den Stickstoffverbindungen im Boden die nämliche Wirksamkeit gegeben werden kann, wenn der Landwirth dafür Sorge trägt, die Ursachen einwirken zu lassen, welche die günstige Wirkung in den Düngstoffen bedingt haben.

Betrachten wir z. B. die Erträge, welche die beiden, Seite 153 und 156 erwähnten, Schleißheimer Felder im ungedüngten Zustande geliefert haben, und vergleichen wir sie mit der darin enthaltenen Stickstoffmenge, so ergibt sich:

		Gehalt an Stickstoff pro Hectare auf 10 Zoll Tiefe:	Ertrag: Korn	Ertrag: Stroh
im Felde I (S. 156)	1858	2787 Kil.	115 Kil.	282 Kil.
im Felde II (S. 153)	1857	4752 „	644 „	1656 „

Der Anhänger der Ansicht, daß der Stickstoff im Felde die Erträge bedinge, würde die Resultate dieser beiden Versuche etwa in folgender Weise beurtheilen:

der Stickstoffgehalt beider Felder verhält sich wie 100 : 160,
die Erträge an Korn wie . . . . 100 : 560.

Wenn die Erträge im Verhältniß stehen zu der wirksamen Stickstoffmenge im Boden, so ergibt sich, daß der Boden des Feldes II nicht nur im Ganzen, sondern auch im Verhältniß mehr wirksamen Stickstoff enthalten habe als das Feld I. Wenn der Kornertrag im Felde I = 115 Kil. dem Bruchtheil an wirksamen Stickstoff von der Stickstoffquantität = 2787 Kil. entsprach, so würde das Feld II, wenn das relative Verhältniß von wirksamen und unwirksamen Stickstoff darin dasselbe gewesen wäre wie im Felde I, 257 Kil. Korn haben liefern müssen (2787 Kil. Stickstoff : 115 Kil. Korn = 4752 Kil. Stickstoff : 257 Kil. Korn); das Feld II lieferte aber zwei und ein halbmal mehr Korn und die Menge des wirksamen Stickstoffes im Felde II war demnach in eben dem Verhältnisse größer.

Dieser an sich sehr einfachen Erklärung steht aber die Thatsache entgegen, daß diese beiden Felder in den nämlichen Jahren mit Kalksuperphosphat (aus Phosphorit dargestellt) gedüngt (s. Seite 156 und 153), folgende Erträge lieferten:

	Ertrag pro Hectare Korn	Stroh
1858 das Feld I gedüngt mit Kalksuperphosphat	654 Kil.	1341 Kil.
1857 „ II „ „ „	1301 „	3813 „

Durch Zufuhr von drei Nährstoffen, Schwefelsäure, Phosphorsäure und Kalk, ohne irgend einer Vermehrung der Stickstoffmenge im Boden, wurde demnach auf dem Felde I mit einem Gehalte von 2787 Kil. Stickstoff eben so viel Korn geerntet als auf dem Felde II mit 4752 Kil. Stickstoff. Es war demnach in dem ersteren eben so viel wirksamer Stickstoff als in dem anderen, allein es fehlte in diesem Felde an gewissen anderen Stoffen, welche unumgänglich nothwendig waren, um eine Wirkung her-

vorzubringen; seine Wirkungsfähigkeit zeigte sich erst, als diese dem Felde gegeben wurden. In gleicher Weise zeigte der günstige Einfluß des Superphosphates auf das Feld II, daß der Ertrag dieses ungedüngten Stückes seinem Gehalte an wirksamen Stickstoff gleichfalls nicht entsprach, insofern dieser durch die Zufuhr dieses Düngmittels ebenfalls um mehr als das Doppelte stieg. Und als man dem Superphosphat auf dem Felde I noch 137 Kil. Kochsalz und 755 Kil. schwefelsaures Natron beigab, so zeigte sich eine neue Steigerung, d. h. es wurden jetzt 700 Kil. Korn und 1550 Kil. Stroh, eine noch größere Quantität von scheinbar wirkungslosem Stickstoff, wirkungsfähig gemacht.

Der verständige Landwirth, welcher über Fragen dieser Art nachdenkt, wird von selbst darauf geführt werden, daß zwischen den Erfahrungen der Praxis oder die er selbst gemacht hat und den Ansichten der Schule, die sie zu erklären sucht, ein wesentlicher Unterschied bestehen kann. Wenn die Praxis sagt, daß Stalldünger, Guano, Knochenmehl in diesen oder jenen Fällen die Erträge wiederhergestellt oder erhöht haben, so kann niemand behaupten, daß diese Thatsachen nicht wahr, unzuverlässig oder unsicher seien; die Wahrnehmungen des praktischen Mannes gehen aber über diese Thatsachen nicht hinaus, er hat nicht beobachtet, daß das Ammoniak im Stalldünger den hohen Ertrag hervorgebracht habe, oder das Ammoniak im Guano oder der Stickstoff in dem salpetersauren Natron, dies alles ist ihm glauben gemacht worden durch Personen, die es selbst nicht wußten.

Gewiß ist es eine der auffallendsten Erscheinungen, der man in keinem Gewerbe und in keiner Industrie begegnet, daß der Landwirth in der großen Mehrzahl der Fälle Vorstellungen oder Ansichten hegt, für deren Wahrheit er keine Beweise hat, ja

daß ihm der Sinn für die Prüfung ihrer Richtigkeit völlig abzugehen scheint; es ist ganz unverständlich, daß er Thatsachen, die nicht von ihm selbst auf seinem Grund und Boden, sondern in ganz anderen Gegenden beobachtet worden sind, eine Beweiskraft beilegt, die für sein Feld zum Mindesten zweifelhaft ist.

Wenn sich nur einer von tausend Landwirthen entschlossen hätte, in den letzten 10 Jahren Versuche auf seinem eigenen Felde mit Ammoniak oder mit Ammoniaksalzen zur Prüfung der Ansicht anzustellen, ob denn wirklich dieser Düngstoff vorzugsweise vor jedem anderen nützlich zur Steigerung seiner Kornerträge sei, wie schnell und leicht wären alle anderen jetzt zu einer ganz sichern Würdigung von dessen wahren Werth gekommen.

Die einfachste Ueberlegung, daß keiner der Pflanzen-Nährstoffe für sich eine Wirkung auf das Wachsthum einer Pflanze ausübt und daß eine Anzahl anderer dabei sein müssen, wenn er ernähren soll, hätte ihm die Ueberzeugung beibringen müssen, daß es sich mit dem Stickstoff nicht anders verhalten und daß der Werth eines Düngmittels nicht gemessen werden könne durch seinen Stickstoffgehalt, denn dieß setzt voraus, daß demselben eine Wirkung zukomme, die sich unter allen Verhältnissen äußern müsse, und daß das Geld, was der Landwirth für diesen Zukauf ausgibt, ihm jederzeit eine entsprechende Einnahme verbürgt.

Wenn ihm nun sein gesunder Menschenverstand sagt, daß eine solche Voraussetzung unmöglich ist und er nur seine Augen zu öffnen hat, nur an unzähligen Thatsachen wahrzunehmen, daß das Ammoniak keine Ausnahme macht von anderen Nährstoffen, so wird er von selbst darauf kommen, daß die große Masse Stickstoff in seinem Felde nicht wirkungsunfähig wegen eines ihm eigenen Zustandes, welcher wissenschaftlich unerforsch-

bar und unerklärlich ist, sondern daß er wirkungslos ist, wie Phosphorsäure, Kali, Kalk, Bittererde, Kieselsäure, Eisen wirkungslos sind, wenn es an einer der Bedingungen ihrer Aufnahmsfähigkeit im Boden mangelt.

Die Ansicht, daß die weitaus größte Masse Stickstoff im Boden unfähig zur Pflanzenernährung sei, ist durch die Thatsache nicht beweisbar, daß die Erträge der Felder nicht im Verhältniß stehen zu deren Stickstoffgehalte; wäre dieß der Fall, so müßten alle Felder an allen anderen Bedingungen des Pflanzenwuchses gleich reich sein und allerorts die nämliche geologische und mechanische Beschaffenheit besitzen; diese Annahme ist aber unmöglich, denn es gibt auf der ganzen Erdoberfläche nicht zwei Gegenden, deren Felder in dieser Beziehung identisch sind.

Diese Ansicht muß nicht nur deshalb mit aller Strenge zurückgewiesen werden, weil sie falsch im Allgemeinen und niemals, auch nicht für einen einzelnen Fall, bewiesen ist, sondern noch viel mehr ihres schädlichen Einflusses wegen, den sie auf die Handlungsweise des Landwirthes ausübt; denn da sie in seinem Geiste die Vorstellung erweckt, daß es unmöglich sei, dem Stickstoffvorrathe in seinem Boden die fehlende Wirksamkeit zu geben, so wird er gar nicht daran denken können, auch nur zu versuchen, denselben wirksam zu machen. Von der Erfolglosigkeit, den Schatz, der in seinem Felde liegt, zu heben, im Voraus überzeugt, hebt er ihn nicht.

Wenn die genaue Beobachtung der Cultur im Großen, ganzer Länder und Welttheile seit Jahrhunderten und noch überdieß ganz sicher festgestellte Thatsachen es wahrscheinlich machen, daß eine Quelle der Stickstoffnahrung besteht, welche macht, daß ein Culturfeld jedes Jahr ohne Zuthun des Landwirthes einen Theil und in einer Rotation die ganze Menge von dem Stickstoff wieder empfängt, den man ihm in den Ernten genommen

hat, daß es also an jedem der anderen Nährstoffe, so groß auch ihr Vorrath im Boden sein mag, erschöpfbar ist, weil sie nicht von selbst dem Boden wieder zufließen, aber niemals an Stickstoff, so ist es doch gegen alle Regeln der Logik, in irgend einem gegebenen nicht näher untersuchten Falle die Erschöpfung eines Feldes vor allem Anderen einem Verluste an Stickstoff zuzuschreiben!

Der handgreifliche Vortheil des Landwirthes, wenn es sein Verstand nicht thut, verlangt von ihm gebieterisch, so sollte man glauben, daß er mit allen seinen Kräften und Mitteln sich bemühe, die Ueberzeugung von der Richtigkeit dieser Thatsache zu gewinnen und zu erfahren suche, wie viel Stickstoffnahrung ihm die Atmosphäre jährlich ersetzt. Denn wenn er weiß, auf wie viel er im Ganzen von dieser Quelle aus rechnen kann, so wird es ihm leicht sein, seinen Betrieb in der für ihn lohnendsten Weise einzurichten; führt ihm diese Quelle die ganze Quantität Stickstoff wieder zu, die er in seiner Rotation seinem Felde nimmt, so wird ihn dieß zum Nachdenken über die Mittel führen, die er anzuwenden hat, um mit dem Vorrathe, den er jährlich in seinem Stallmiste sammelt, seine ganze Wirthschaft im gedeihlichsten Gange zu erhalten, ohne irgend eine Ausgabe für den Ankauf von Stickstoffnahrung für seine Pflanzen zu machen; erfährt er, daß die Atmosphäre seinen Feldern nur einen Theil von dem ersetzt, was er ihnen genommen hat, und weiß er mit Bestimmtheit, wieviel dieser Theil beträgt, so wird er, wenn er es vortheilhaft findet, das Fehlende mit bewußter Sparsamkeit zu ergänzen wissen, oder er wird seinen Betrieb so einrichten, daß seine Ausfuhr stets gedeckt durch die Zufuhr aus natürlichen Quellen ist.

Alle Fortschritte in der Industrie haben einen bestimmten Werthmesser in dem Preis der Produkte, und kein verständiger

Mann wird die Aenderung eines Betriebsverfahrens eine Verbesserung nennen, wenn der Preis der Produkte die Kosten ihrer Erzeugung nicht deckt. Wenn der Preis des Guanos eine gewisse Grenze übersteigt, wenn der damit erzielte Ertrag nicht im richtigen Verhältniß steht zur Ausgabe an Kapital und Arbeit, so schließt dieß ganz von selbst dessen Anwendung aus.

Von diesem Gesichtspunkte aus hätte man in der Landwirthschaft längst zur Einsicht kommen können, daß die Frage über die Nothwendigkeit der Zufuhr von Ammoniak zur Steigerung unserer Kornerträge zugleich die in sich einschließt, ob überhaupt ein Fortschritt in dieser Beziehung im landwirthschaftlichen Betriebe möglich ist oder nicht.

Es werden nur wenige Betrachtungen nöthig sein, um dem denkenden Landwirth die Ueberzeugung beizubringen, die ich selbst hege, daß nämlich, wenn die Vermehrung der Produktion abhängig sein sollte von der Vermehrung der Stickstoffnahrung im Boden, man von vornherein auf eine jede Verbesserung verzichten muß; ich für meinen Theil glaube vielmehr, daß der Fortschritt nur möglich und erzielbar ist durch die Beschränkung auf das Stickstoffkapital, welches der Landwirth auf seinem Grund und Boden zu sammeln vermag, durch den möglichsten Ausschluß, mithin von aller Stickstoffnahrung durch Zukauf.

Alle Versuche von Lawes in England haben durchschnittlich ergeben, daß für ein Pfund Ammoniaksalz im Dünger zwei Pfund Weizenkorn geerntet werden können.

Dieses Resultat wurde, wie man wohl beachten muß, auf einem Felde erhalten, von welchem ein Acre ohne alle Düngung sieben Jahre nach einander 1125 Pfd. Korn und 1756 Pfd. Stroh zu liefern vermochte, sodann daß alle mit Ammoniak-

salzen gedüngten Stücke Phosphate und kieselsaures Kali gleichfalls empfangen hatten *).

Durchschnittlich düngte Lawes seine Felder mit 3 Ctrn. Ammoniaksalzen, und er erntete damit die Hälfte mehr Korn, als das ungedüngte Stück geliefert hatte.

Wir wollen nun annehmen, daß der gewonnene Mehrertrag ausschließlich bedingt gewesen sei durch die Ammoniaksalze, wir wollen ferner voraussetzen, daß alle Felder unerschöpflich seien an Phosphorsäure, Kali, Kalk ꝛc., daß also die fortdauernde Anwendung der Ammoniaksalze keine Erschöpfung des Bodens nach sich ziehe, und berechnen, wie viel dem Gewicht nach das Königreich Sachsen etwa an Ammoniaksalzen nöthig hätte, um die Hälfte mehr Korn zu ernten, als die ungedüngten Felder liefern, so ergibt sich Folgendes: Das Königreich Sachsen umfaßte 1843 1,344,474 Acker (1 Acker = 1,368 engl. Acre) Ackerland (Weinberge, Gärten und Wiesen ausgeschlossen); nimmt man an, daß jeder Acker in zwei Jahren eine Kornernte liefern soll und zu dessen Düngung vier Centner Ammoniaksalz verwendet werden müssen, so würde das Königreich Sachsen jährlich 2,688,958 Centner Ammoniaksalze = 134,447 Tons bedürfen.

Ein Jeder, welcher nur einige Kenntniß der chemischen Fabrikation besitzt und weiß, aus welchen Rohmaterialien (thierische Abfälle und Gaswasser) die Ammoniakfalze fabricirt werden, wird sogleich erkennen, daß alle Fabriken in England, Frankreich und Deutschland zusammen noch nicht den vierten Theil

*) Lawes sagt hierüber (J. of the r. agr. tri. of E. T. V, 14, p. 282), daß zur Erzeugung von einem jeden Büschel Weizenkorn (= 64 bis 65 Pfd., worin 1 Pfd. Stickstoff), welches der Boden über sein natürliches Ertragsvermögen liefern soll, 5 Pfd. Ammoniak erforderlich seien (= 16 Pfd. Salmiak oder 20 Pfd. schwefelsaures Ammoniak); er fügt hinzu, daß übrigens in keinem einzigen Versuch der erzielte Mehrertrag dieser Schätzung entsprochen habe.

der Ammoniaksalze zu erzeugen vermögen, welches ein verhältnißmäßig sehr kleines Land nöthig haben würde, um seine Produktion in der angegebenen Weise zu steigern.

Wieviel Ammoniaksalze bei gleichmäßiger Vertheilung, auf die deutschen Bundesstaaten Oestreichs mit 11 Millionen Jochen (1 Joch = 1,422 Acre engl.) Ackerland, auf Preußen mit 33 Millionen Morgen (1 Morgen = 0,631 Acre engl.), auf Bayern mit 9 Millionen Tagwerke (1 Tagwerk = 0,842 Acre engl.) Ackerland kommen würde, ist leicht zu berechnen, auch wenn es möglich wäre, die Ammoniaksalzproduktion zu vervierfachen, so würde dieß keinen irgend erheblichen Einfluß auf die Erträge haben.

Das wohlfeilste Ammoniak wird nach Europa in dem peruvianischen Guano eingeführt, welcher, sehr hoch angeschlagen, durchschnittlich 6 Proc. enthält.

Wenn wir uns denken, daß auf Jahrhunderte hinaus den europäischen Culturländern, welche vorzugsweise Guano verbrauchen (ich nehme dazu England, Frankreich, die skandinavischen Länder, Belgien, Niederlande, Preußen und die deutschen Staaten, ohne Oestreich, mit 120 Millionen Bewohner), jedes Jahr 6 Millionen Ctr. (= 300,000 tons à 20 Ctr.) Peruguano und darin 360,000 Ctr. Ammoniak zugeführt werden könnten, und daß es möglich wäre, mit fünf Pfunden Ammoniak 65 Pfd. Weizenkorn oder Kornwerth mehr mit den vorhandenen Mitteln zu erzeugen, so würde das mehrerzeugte Korn gerade ausreichen, um jedem Kopf der Bevölkerung für zwei Tage im Jahre jeden Tag 2 Pfd. Korn zuzulegen.

Nehmen wir zur Ernährung eines Menschen durchschnittlich 2 Pfd. Korn oder Kornwerth an, so macht dieß im Jahre 730 Pfd.; nach der eben gemachten Annahme würden 36 Millionen Pfunde Ammoniak dreizehnmal soviel, = 468 Millionen

Pfunde Korn oder Kornwerthe, hervorbringen, womit 641,000 Menschen ein Jahr lang ernährt werden könnten.

Wenn die Bevölkerung Englands und Wales jährlich nur um 1 Proc. zunimmt, so macht dies jährlich 200,000 Menschen, in drei Jahren 600,000 Menschen aus, und die mit Hülfe des in 6 Millionen Centnern Guano von Außen zugeführten Ammoniaks hypothetisch erzeugbaren Kornwerthe würden nur wenige Jahre ausreichen zur Ernährung des Zuwachses der Population in England und Wales!

Und wie würde es sechs, neun Jahre nachher in England oder Europa aussehen, wenn wir zur Ernährung der steigenden Bevölkerung wirklich auf die Zufuhr von Ammoniak von Außen angewiesen wären? Würden wir in 6 Jahren 12 Millionen und in 9 Jahren 18 Millionen Centner Guano zuführen können?

Wir wissen mit größter Bestimmtheit, daß die Quelle von Ammoniak im Guano in wenigen Jahren versiegt sein wird, daß wir keine Aussicht haben, eine neue und reichere zu entdecken, daß die Bevölkerung nicht nur in England, sondern in allen europäischen Ländern um mehr als 1 Procent jährlich zunimmt, und daß zuletzt in eben dem Verhältnisse, als die Population in den Vereinigten Staaten, in Ungarn rc. sich vermehrt, eine entsprechende Verminderung der Kornausfuhr aus diesen Ländern die Folge sein muß; man wird wohl nach diesen Betrachtungen die Hoffnung völlig eitel finden, die Erträge eines Landes durch Ammoniakzufuhr steigern zu können.

In Deutschland kostet das Pfund Weizenkorn gegenwärtig 4 Kr., das Pfund schwefelsaures Ammoniak 9 Kr., und wenn es möglich wäre, mit einem Pfunde dieses Salzes, unseren gewöhnlichen Düngmitteln zugesetzt, 2 Pfd. Weizenkorn mehr zu erzeugen, so würde demnach der deutsche Landwirth für eine Ausgabe von einem Gulden in Silber, 53 Kr. in Korn zurückempfangen.

Dieses Verhältniß der Ausgabe zur Einnahme ist offenbar in der Praxis wohl bekannt, denn bis zu diesem Augenblick sind die Ammoniaksalze in keinem Lande und an keinem Orte in Anwendung gekommen, und wenn auch jetzt noch manche Düngerfabrikanten ihren Produkten eine gewisse Menge von Ammoniaksalzen zusetzen, so geschieht dies hauptsächlich der Vorliebe wegen, welche die Landwirthe dafür hegen, aber keiner ist im Stande anzugeben, welchen Nutzen dieser Zusatz ihnen gebracht hat. Dieses Vorurtheil wird allmälig von selbst schwinden, wenn sie gelernt haben werden, die Stickstoffnahrung, welche ihren Feldern ohne ihr Zuthun zufließt, in der rechten Weise zu verwenden.

Der große Reichthum des Bodens an Stickstoffnahrung, die Vermehrung derselben in einem gutcultivirten Boden, die Untersuchungen des Regenwassers und der Luft, alle Thatsachen in der Cultur im Großen weisen darauf hin, daß auch bei dem intensivesten Betriebe der Boden an Stickstoffnahrung nicht verarmt und daß mithin ein Kreislauf des Stickstoffes ähnlich wie der des Kohlenstoffes besteht, welcher dem Landwirthe die Möglichkeit darbietet, sein wirksames Stickstoffkapital im Boden zu vermehren.

Die außerordentliche Wirkung des Kalksuperphosphates auf die Erhöhung der Korn-, Rüben- und Kleeerträge beinahe ausnahmslos auf allen deutschen Feldern, auf denen diese stickstofflosen Düngmittel angewendet wurden, ebenso die des neuerdings eingeführten Baker- und Jarvis-Guanos*) (Guanosorten, die eben-

*) Nach einer Mittheilung in dem Amtsblatt Nr. 3 vom 1. März 1862 für die landwirthschaftlichen Vereine in Sachsen wurden 1861 die folgenden Erträge pro Acker erhalten:

	Weizen	
	Korn	Stroh
3 Ctr. Jarvis-Guano lieferten	2244 Pfd.	4273 Pfd.
3 „ Baker- „ „	2929 „	5022 „
6 „ gedämpftes Knochenmehl . . .	3015 „	4755 „
ungedüngt	1955 „	3702 „

falls kein Ammoniak enthalten), die des Kalks, der Kalisalze, des Gypses ꝛc. zeigen unzweifelhaft, daß eine Anhäufung von Stickstoffnahrung stattgefunden hat, deren Ursprung bis vor Kurzem völlig dunkel geblieben war.

Für einen theilweisen Ersatz an Stickstoffnahrung durch Luft und Regen hatten wir Gründe genug, eine Vermehrung war aber unerklärt, weil diese eine Erzeugung von Ammoniak und Salpetersäure aus dem Stickstoff der Luft voraussetzte, für die wir durchaus keine Thatsachen besaßen. In der jüngsten Zeit ist diese Quelle der Zunahme der Stickstoffnahrung der Pflanzen von Schönbein entdeckt und das Räthsel in der unerwartetsten Weise gelöst worden.

In seinen Untersuchungen über den Sauerstoff fand Schönbein, daß der weiße Rauch, den ein Stück feuchter Phosphor in der Luft verbreitet, nicht, wie man bisher glaubte, phosphorige Säure, sondern salpetrigsaures Ammoniak ist; ich selbst hatte Gelegenheit, mich von dieser Thatsache durch einen mit Versuchen begleiteten Vortrag von Schönbein in München im Sommer 1860 zu überzeugen; Schönbein hat es wahrscheinlich gemacht, daß hierbei der Stickstoff der Luft durch eine Art von Induction sich mit drei Aeq. Wasser verbindet, wodurch auf der einen Seite salpetrige Säure und auf der anderen Ammoniak entsteht, sowie man denn weiß, daß durch den Einfluß einer höheren Temperatur das salpetrigsaure Ammoniak in Wasser und Stickgas zerfällt; das Auffallende hierbei ist, daß dieses Salz unter Umständen gebildet wird, von denen man glauben sollte, daß sie seine Entstehung geradezu verhindern müßten, allein die Bildung von Wasserstoffhyperoxyd, welches so leicht durch die Wärme zersetzt wird, bei der langsamen Oxydation des Aethers, die von einer merklichen Wärmeentwicklung be-

22*

gleitet ist, ist eine nicht minder sichere und bis jetzt ebenso unerklärte Thatsache.

Die Bildung von salpetrigsaurem Ammoniak bei diesem langsamen Oxydationsprocesse machte es wahrscheinlich, daß sie überall auf der Erdoberfläche, wo der Sauerstoff eine Verbindung eingeht, statthaben müsse, und daß also derselbe Proceß, in welchem der Kohlenstoff in Kohlensäure verwandelt wird, eine stets sich erneuernde Quelle von Stickstoffnahrung für die Pflanzen ist.

Bald darnach zeigte Kolbe (Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 119, S. 176), daß wenn man eine Wasserstoffgasflamme in dem offenen Halse eines mit Sauerstoff gefüllten Kolbens brennen läßt, sich der innere Raum desselben mit den rothen Dämpfen der salpetrigen Säure anfüllt *).

Ferner beobachtete Boussingault, daß das beim Verbrennen von Leuchtgas in der Gasmaschine von Lenoir erhaltene Wasser Ammoniak und Salpetersäure enthielt, und kürzlich erwähnt Böttger in dem Jahresberichte des physikalischen Vereins in Frankfurt a. M. (Sitzung vom 2. November 1861), daß nach seinen Versuchen nicht nur bei der Verbrennung des Wasserstoffes in der Luft, sondern überhaupt beim Verbrennen kohlenwasserstoffhaltiger Stoffe neben Wasser und Kohlensäure immer eine gewisse Quantität salpetrigsaures Ammoniak gebildet werde. Beinahe gleichzeitig mit dieser Note erhielt ich von Schönbein die briefliche Nachricht von ganz identischen Resultaten, die er auf dem gleichen Wege erhalten hat, so daß also über die Richtigkeit dieser Thatsache kein Zweifel obwalten kann.

Der praktische Landwirth, welcher die Verbesserung seines

---

*) Die Bildung von salpetriger Säure bei eudiometrischen Versuchen ist früher schon bekannt gewesen.

Betriebes ernstlich will und anstrebt, muß durch diese unbezweifelbaren Thatsachen zu dem Entschlusse veranlaßt werden, über die Wirkung des Stickstoffes in seinen Düngmitteln zur vollständigsten Klarheit zu kommen; ehe er die Ueberzeugung gewonnen hat, daß die Atmosphäre und der Regen seinem Felde wirklich soviel Stickstoffnahrung zuführen als wie die Pflanzen, die er baut, bedürfen, wird ihm Niemand zumuthen wollen, auf die Zufuhr von Ammoniak von Außen zu verzichten. Die Meinung, daß der Landwirth seinen Feldern ein Maximum von Fruchtbarkeit geben könne, ohne allen Zuschuß von Stickstoffnahrung von Außen, sagt nicht, daß er auf die Stallmistwirthschaft verzichten dürfe, sondern sie schließt das Bestehen derselben in sich ein und beruht darauf.

Für die Wiederherstellung oder Erhöhung des Ertragvermögens seiner erschöpften Getreidefelder ist es unbedingt nothwendig, daß die Ackerkrume einen Ueberschuß an allen Nährstoffen der Halmpflanzen enthalte, also auch von Stickstoffnahrung, aber von keinem einzeln im Verhältnisse mehr als von den anderen; sie nimmt an, daß der Landwirth durch die richtige Wahl seiner Fruchtfolge, das ist durch das richtige Verhältniß der Korn- und Futteräcker, stets in der Lage sei, beim sorgfältigen Zusammenhalten des Ammoniaks in seinem Stallmist und Vermeidung alles unnöthigen Verlustes die Ackerkrume mit einem solchen Ueberschuß an Stickstoffnahrung zu versehen, als wie dem Verhältnisse der anderen darin vorräthigen Nährstoffe entspricht, und daß die Atmosphäre ihm jährlich ersetzt, was er in seinen Feldfrüchten ausführt.

Was die Atmosphäre und der Regen an Stickstoffnahrung zuführen, ist im Ganzen entsprechend für seine Culturpflanzen, aber der Zeit nach für Viele nicht genug. Manche Gewächse bedürfen, um ein Maximum an Ertrag zu geben, während ihrer

Vegetationszeit weit mehr, als was ihnen in dieser Zeit durch Luft und Regen dargeboten wird, und der Landwirth benutzt darum die Futtergewächse als Mittel zur Erhöhung der Erträge seiner Kornfelder. Die Futtergewächse, welche ohne stickstoffreichen Dünger gedeihen, sammeln aus dem Boden und verdichten aus der Atmosphäre in der Form von Blut- und Fleischbestandtheilen das durch diese Quellen zugeführte Ammoniak; indem er mit den Rüben, dem Kleeheu rc. seine Pferde, Schaafe und sein Rindvieh ernährt, empfängt er in ihren festen und flüssigen Excrementen den Stickstoff des Futters in der Form von Ammoniak und stickstoffreichen Produkten und damit einen Zuschuß von stickstoffreichem Dünger, oder von Stickstoff, den er seinen Kornfeldern gibt.

Die Regel ist, daß der Landwirth gewissen Pflanzen von schwacher Blatt- und Wurzelentwickelung und kurzer Vegetationszeit in Quantität im Dünger zuführen muß, was ihnen an Zeit zur Aufnahme aus natürlichen Quellen mangelt.

Was die Anhäufung von Stickstoffnahrung durch Stallmistdüngung in der obersten Bodenschicht betrifft, welche für das volle Gedeihen der Halmgewächse besonders wichtig ist, so erkennt man leicht, daß diese wesentlich abhängt von dem Gedeihen der Futtergewächse.

Die ungedüngten Felder in den sächsischen Versuchen

	lieferten im Ganzen: Stickstoff	verloren durch Ausfuhr: Stickstoff	empfingen im Stallmiste: Stickstoff	Erträge an Kleeheu
1851 bis 1854	Pfd.	Pfd.	Pfd.	Pfd.
Cunnersdorf . .	342,4	78,4	263,6	9144
Mäusegast . . .	279,5	84,1	175	5538
Kötitz	160,9	54,8	106,1	1095
Oberbobritzsch .	127,7	57,2	70,5	911

Man bemerkt leicht, daß die Stickstoffmengen, welche dem Felde abgewonnen und in der Form von Stallmist wieder zugeführt werden konnten, sich nicht genau, aber doch bemerkbar genug wie die Kleeheuerträge verhielten, welche das Feld geliefert hatte, und es kann wohl kein Zweifel darüber bestehen, daß der Landwirth, der für das Gedeihen seiner Futtergewächse die richtigen Wege einschlägt, damit auch die Mittel erhält, die Ackerkrume seiner Felder mit einem Ueberfluß an Stickstoffnahrung für seine Kornpflanzen zu bereichern.

Es ist damit nicht gesagt, daß ein jeder Landwirth immer und allezeit auf die Zufuhr von Ammoniak von Außen verzichten solle, denn die Felder sind ihrer Natur nach so außerordentlich verschieden, daß wenn man auch behaupten kann, daß die weitaus größte Zahl derselben keines Ersatzes an Stickstoffnahrung bedarf, so gilt dies nicht für alle ohne Unterschied. In einem Boden, welcher reich an Kalk und humosen Materien ist, wird in Folge des Verwesungsprocesses in der Ackerkrume eine gewisse Menge des in der Erde gebundenen Ammoniaks in Salpetersäure verwandelt, welche die Erde nicht zurückhält, sondern in der Form eines Kalk- oder Bittererdesalzes in die tieferen Schichten geführt wird. Dieser Verlust kann unter Umständen sehr viel mehr betragen, als die Atmosphäre ersetzt, und für solche Felder wird eine Zufuhr von Ammoniak stets von Nutzen sein; auch gilt dies für gewisse Felder, welche lange Jahre nicht bebaut worden waren und in denen, durch die Wirkung der eben angedeuteten Ursachen, der einst vorhandene nothwendige Ueberschuß von Stickstoffnahrung allmälig verzehrt worden ist, auf diese bringt, beim Beginn der Cultur derselben, eine Düngung mit stickstoffreichen Düngmitteln einen ganz besonders günstigen Erfolg hervor; später ist auch für diese die Zufuhr nicht mehr nöthig.

Was in dem Geiste des Landwirthes in der Regel ein günstiges Vorurtheil für die stickstoffreichen Düngmittel erweckt, dies ist bei solchen vergleichenden Versuchen, bei Anwendung derselben, die große Ungleichheit in dem Aussehen der jungen Saaten; die Halmpflanzen auf den mit Guano oder mit Chilisalpeter gedüngten Feldern zeichnen sich vor anderen durch ein tiefes Grün, durch breitere und zahlreichere Blätter aus, aber die Ernte entspricht in der Regel bei weitem nicht den Erwartungen, welche das gute Aussehen versprach. Auf einem an Stickstoffnahrung überreichen Felde tritt eine Art von Vergeilung bei ihrem ersten Wachsthum wie in einem Mistbeete ein; die Blätter und Halme sind wasserreich und weich, sie hatten in ihrem übereilten Wachsthum nicht Zeit genug, um gleichzeitig die gehörige Menge derjenigen Stoffe aus dem Boden aufzunehmen, welche, wie Kieselsäure und Kalk, ihren Organen eine gewisse Festigkeit und Widerstandsfähigkeit gegen äußere fremde Ursachen geben, die ihren Lebensproceß gefährden; die Halme gewinnen nicht die gehörige Steifheit und Stärke und legen sich, namentlich auf Kalkboden, leicht um.

Besonders auffallend ist dieser schädliche Einfluß wahrnehmbar bei der Kartoffelpflanze, die, auf einem an Stickstoffnahrung überreichen Boden wachsend, beim plötzlichen Sinken der Temperatur und eintretender Nässe häufig der sogenannten Kartoffelkrankheit verfällt, während ein daneben liegender Kartoffelacker, der einfach mit Asche gedüngt worden ist, keine Spur davon erkennen läßt.

Unter allen den zahllosen Versuchen, welche in der verflossenen Zeit von den Landwirthen angestellt wurden, um ihre Felder zu verbessern, wird man keinen einzigen finden, welcher dahin gerichtet gewesen wäre, die Beschaffenheit ihrer Felder kennen zu lernen oder Beweise für die Richtigkeit ihrer einmal

angenommenen Vorstellungen oder Ideen zu suchen; der Grund der Gleichgültigkeit gegen Beweise für ihre Ansichten liegt wesentlich darin, daß der praktische Mann in seinem Betriebe geleitet wird, nicht durch Ideen, sondern durch Thatsachen, wie dies bei den Handwerkern geschieht, und es sonach völlig gleichgültig für ihn ist, ob die Theorie, oder was er so nennt, richtig ist oder nicht, denn er richtet seine Handlungen darnach nicht ein.

Viele Tausende von Landwirthen, welche nicht die geringste Vorstellung von der Ernährung der Pflanzen oder der Zusammensetzung der Dünger haben, wenden Guano, Knochenmehl und andere Düngmittel auf ihren Feldern ganz mit demselben Erfolg und mit eben dem Geschick als andere an, welche diese Kenntnisse besitzen, ohne daß diese Letzteren durch ihr Wissen, weil es nicht das rechte Wissen ist, einen erheblichen Vortheil voraus haben; die chemischen Analysen der Dünger z. B. dienen weit mehr als Maßstab für ihre Reinheit und zur Beurtheilung ihres Preises, als wie als Mittel zur Beurtheilung ihrer Wirkung auf das Feld.

In England ist das Knochenmehl ein halbes Jahrhundert im Gebrauche gewesen und als Düngmittel geschätzt worden, ohne daß man nur eine Vorstellung davon hatte, auf was seine Wirkung beruhte, und als man später die falsche Ansicht annahm, daß diese auf dem stickstoffhaltigen Leim desselben beruhe, so hat auch diese Ansicht nicht den allergeringsten Einfluß auf dessen Anwendung geäußert.

Der Landwirth düngte sein Feld mit Knochenmehl nicht des Stickstoffes wegen, sondern weil er höhere Erträge an Korn und Futter haben wollte und weil er erfahren hatte, daß er diese nicht erwarten könne ohne Knochenmehl.

Zum Betriebe des Feldbaues, der auf der einfachen Bekanntschaft von Thatsachen ohne ihr Verständniß oder auf der Ausraubung des Feldes beruht, gehört eine sehr beschränkte In-

telligenz, ja die einfache Ueberlieferung der Thatsachen befähigt den unwissendsten Menschen dazu, aber zum rationellen Betriebe, durch welchen dem Felde unausgesetzt und ohne Erschöpfung die höchsten Erträge, die es zu liefern fähig ist, mit der größten Oekonomie an Kapital und Arbeit abgewonnen werden sollen, gehört ein großer Umfang von Kenntnissen, Beobachtungen und Erfahrungen, mehr als wie zu irgend einem anderen Geschäfte; denn der rationelle Landwirth soll nicht blos alle Thatsachen kennen, welche der gewöhnliche Bauer kennt, der nicht lesen und schreiben kann, sondern er soll sie auch richtig zu beurtheilen wissen, er soll den Grund aller seiner Handlungen kennen und ihren Einfluß auf sein Feld; er soll verstehen lernen, was ihm sein Feld in den Erscheinungen sagt, die er in seinem Betriebe wahrnimmt, er soll zuletzt ein ganzer Mensch und nicht ein halber sein, der sich seines Thuns nicht mehr bewußt ist als ein Kater, der mit Kunst und Geschick aus einem Wasserbecken Goldfische zu fangen versteht*).

---

*) Vergleicht man in den Schriften von anerkannt guten praktischen Landwirthen ihre theoretischen Ansichten mit dem Betriebe, den sie als den besten aus ihrer eignen Erfahrung kennen gelernt haben, so nimmt man zwischen beiden stets die allerunvereinbarsten Widersprüche wahr.

Walz (Mittheilungen aus Hohenheim, 3. Heft, 1857) bestreitet die beiden Grundsätze:

> „Die Hinwegnahme der Bodenbestandtheile in den Ernten, ohne Ersatz derselben, habe in kürzerer oder längerer Zeit eine dauernde Unfruchtbarkeit zur Folge."
>
> „Wenn ein Boden seine Fruchtbarkeit dauernd bewahren soll, so müssen ihm nach kürzerer oder längerer Zeit die entzogenen Bodenbestandtheile wieder ersetzt, d. h. die Zusammensetzung des Bodens muß wiederhergestellt werden."

und meint, daß diese beiden Sätze in der Jetztzeit nur auf die schlechtesten Bodenarten, die ab ovo der Zufuhr bedürftig waren, Anwendung haben.

Wendet man sich nun zu der „Anwendung seiner Theorie auf die Praxis" (Seite 117), so sollte man glauben, daß er sich nie um einen Ersatz bekümmern werde, aber es zeigt sich, daß er nicht entfernt an die

Wahrheit seiner Meinung glaubt; er legt auf den Ersatz des Kali, des Kalkes, der Bittererde, der Phosphorsäure, auf Gyps, Guano, Knochenmehl, Mergel und Stallmist den richtigen Werth und spricht (S. 141) den folgenden Grundsatz aus: „Daß der Landwirth, um den Boden in gleich gesteigerter Fruchtbarkeit zu erhalten, nicht mehr in seinen Feldfrüchten veräußern dürfe, als die Produkte der Atmosphäre und was durch jährliche Verwitterung dem Boden an aufnahmsfähigen mineralischen Nährstoffen zuwachse;" er sagt ferner: „Wenn der Landwirth seinen ganzen Betrieb, z. B. auf Bier, Branntwein, Zucker, Stärkmehl, Dextrin, Essig ꝛc., den Verkauf thierischer Produkte blos auf Butter beschränke und die abgerahmte Milch wieder verfüttere, wenn er zu seiner Molkerei nur ausgewachsene Kühe kaufe und sie nicht selbst nachziehe, und so die phosphorsauren Salze in seiner Wirthschaft zu erhalten suche — so würde er fortwährend die Mineralstoffe in seinem Düngercapital nicht nur erhalten, sondern er würde sie noch durch die alljährliche Verwitterung vermehren, wenn er nicht vorzieht, letztere in seinen Produkten zu veräußern (S. 142).

Die Spitze seiner praktischen Lehren im Gegensatze zu seiner theoretischen ist demnach, daß man zur Erzielung gleichförmiger Ernten sorgfältig darauf bedacht sein müsse, die Zusammensetzung des Bodens zu erhalten und wiederherzustellen.

Der praktische Mann beweist, daß die Vorstellungen, die er sich gemacht, vollkommen unanwendbar sind in seiner Praxis, und daß die wissenschaftlichen Grundsätze, die er bestreitet, gerade die sind, die unbewußt ihn leiten. Die wahre Praxis und die ächte Wissenschaft sind immer einig und ein Streit in diesen Dingen ist nur zwischen zwei Personen möglich, von denen der Eine den Andern nicht versteht; der Mangel an Schärfe in den Begriffsbestimmungen und das Unbestimmte und Schwankende in dem Ausdrucke tragen meistens die Hauptschuld daran.

Die Meinung von Rosenberg-Lipinsky (s. d. Werk „der praktische Ackerbau, II. Band, Breslau, E. Trewends, 1862), daß keine Pflanzenart das Erdmagazin wirklich erschöpfe (S. 738) und ferner, daß die Pflanze dem Boden direkt und indirekt mehr an Kraft zurückgewähre, als sie ihm entzogen hatte (S. 740), findet S. 742 ihre Berichtigung. „Wenn daher der Landwirth seinen Pflanzen gegenüber nicht dafür sorgt, daß ihr wesentlicheres Nährmagazin, der Boden, den nöthigen Ersatz für das unvermeidlich Verbrauchte rechtzeitig und auskommlich erhält, so kann das Bild der Erschöpfung, welches dann die Kulturpflanzen zur Schau tragen, unmöglich **diesen Verzehrern** zum Vorwurfe gereichen, sondern hier trifft die Schuld **einzig** und **allein** den Landwirth." Ferner (S. 740): „Nur auf solchen Flächen, wo durch den Raub der Elemente oder des Menschen die Naturgesetze bei der Pflanzenernährung eine wesentliche Störung erfuhren, prägt sich in dem dürftigen Gedeihen der wilden Flora eine Erschöpfung ihres Ackerbaues aus."

Kochsalz, salpetersaures Natron, Ammoniaksalze, Gyps.

Diese Salze werden in der Landwirthschaft in vielen Fällen mit ausgezeichnetem Erfolge als Düngmittel angewendet, und insoweit hierbei die Salpetersäure, das Natron, Ammoniak, Schwefelsäure und Kalk als Nährstoffe in Betracht kommen, hat die Erklärung ihrer Wirkung keine Schwierigkeit; sie besitzen aber noch andere Eigenthümlichkeiten, durch welche sie die Wirkung des Pfluges und der mechanischen Bearbeitung, sowie den Einfluß der Atmosphäre auf die Beschaffenheit des Feldes verstärken. Nicht immer ist uns dieser Einfluß klar, er ist aber nicht minder gewiß.

Wir haben allen Grund zu glauben, daß in denjenigen Feldern, in welchen durch Düngung mit Kochsalz allein die Ernten erhöht werden, oder wenn der günstige Einfluß der Ammoniaksalze oder des salpetersauren Natrons auf das Feld durch Beigabe von Kochsalz noch verstärkt wird, daß die Wirkung der drei Salze im Wesentlichen auf ihrem Vermögen beruht, die in dem Boden vorhandenen Nährstoffe zu verbreiten oder aufnahmsfähig zu machen; in welcher Weise dies bei allen geschieht, ist nicht erklärt. Die ersten Versuche in dieser Richtung, welche Vertrauen verdienen, sind von F. Kühlmann (Annal. de chim. 3. Sér.

T. 20, p. 279) beschrieben worden; er düngte im Jahre 1845 und 1846 eine natürliche Wiese mit Salmiak, schwefelsaurem Ammoniak und Kochsalz und erntete folgende Quantitäten Heu:

1845 und 1846	Ertrag an Heu pro Hectare:	
Ungedüngt	11263 Kilogr.	Mehrertrag
Salmiak jährlich 200 Kilogr. . . .	14964 "	3700 Kilogr.
{ " " 200 " { Kochsalz . . . 200 " } . . .	16950 "	5687 "

Eine andere Wiese lieferte:

1846	Ertrag an Heu pro Hectare:	
Ungedüngt	3323 Kilogr.	Mehrertrag
Schwefelsaures Ammoniak 200 Kilogr.	5856 "	2533 Kilogr.
{ " " 200 " { Kochsalz . . . . . . 133 " }	6496 "	3173 "

Was die Wirkung des Kochsalzes auf Getreidepflanzen betrifft, so wurden von dem General-Comité des landwirthschaftlichen Vereins in Bayern in den Jahren 1857 und 1858 in Bogenhausen und Weihenstephan eine Reihe von Versuchen angestellt in der Weise, daß von je zwei Stücken Feld das eine mit Ammoniaksalz, das andere mit derselben Menge Ammoniaksalz und einer Beigabe von 3080 Gramm Kochsalz gedüngt wurde. Diese Versuche sind Seite 313 bereits beschrieben, und es dürfte hier genügen, die Ernteerträge anzuführen, welche mit Ammoniaksalzen allein und mit Ammoniaksalz und Kochsalz gewonnen wurden.

Bogenhausen 1857:

	Gedüngt mit Ammoniaksalz		mit Kochsalz u. Ammoniaksalz	
Gerste	Korn	Stroh	Korn	Stroh
Stück Nr. I	6355 Grm.	16205 Grm.	14550 Grm.	27020 Grm.
" " II	8470 "	16730 "	16510 "	36645 "
" " III	7280 "	17920 "	9887 "	24832 "
" " IV	6912 "	18287 "	11130 "	27969 "

Bogenhausen 1858 (Seite 314):

Winterweizen	Gedüngt mit Ammoniaksalz Korn	Gedüngt mit Ammoniaksalz Stroh	mit Kochsalz u. Ammoniaksalz Korn	mit Kochsalz u. Ammoniaksalz Stroh
Stück Nr. I	19600 Grm.	41440 Grm.	29904 Grm.	61040 Grm.
„ „ II	21520 „	38940 „	31696 „	71960 „
„ „ III	25040 „	57860 „	31416 „	74984 „
„ „ IV	27090 „	65100 „	34832 „	74684 „

In diesen beiden Versuchsreihen wurden die Erträge an Korn sowohl wie an Stroh durch die Beigabe von Kochsalz sehr merklich erhöht, und es ist wohl kaum nöthig, immer wieder die Aufmerksamkeit darauf zu lenken, daß eine solche Steigerung unmöglich hätte statthaben können, wenn in dem Boden nicht eine gewisse Menge von wirkungsfähiger Phosphorsäure, Kieselsäure, Kali ꝛc. vorhanden gewesen wäre, welche ohne das Kochsalz nicht aufnahmsfähig war und durch die Beigabe desselben wirksam wurde.

Eine ähnliche Reihe von Versuchen wurden von demselben Vereine in Weihenstephan mit salpetersauren Salzen unternommen und die Ernteerträge ermittelt, welche durch diese Salze für sich und mit Beigabe von Kochsalz per Hectar erhalten wurden.

Weihenstephan 1857 Sommergerste

	I Ungedüngt	II Chilisalpeter	III Chilisalpeter mit Kochsalz	IV Kalisalpeter	V Kalisalpeter mit Kochsalz	VI Guano
	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.
Düngermenge	—	402	402 + 1379	473	473 + 1379	473
A Korn . .	1604	2576	2366	2064	2313	1922
A Stroh . .	2580	4378	4352	4219	4766	3300

1858 Winterweizen

Dieselben Düngermengen	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.	Kil.
B Korn . .	1699	1804	2211	2248	2323	2366
B Stroh . .	3030	3954	4151	4404	4454	5091

Die Versuche sind dadurch bemerkenswerth, insofern sie die Fälle anzudeuten scheinen, in welchen die salpetersauren Salze für sich oder in Verbindung mit Kochsalz eine günstige Wirkung auf die Erhöhung der Erträge äußern.

Die Felder in Weihenstephan sind ganz besonders für die Cultur der Gerste geeignet. Das Feld A hatte nach einer gewöhnlichen Mistdüngung von etwa 600 Ctrn. per Hectare im Jahre 1854 Rüben, im Jahre 1855 Erbsen und 1856 Weizen getragen und sollte gebracht werden, um nach dem Brachjahre eine neue Bestellung zu erhalten. Das Feld B hatte hingegen vier Früchte bereits getragen, ehe der Versuch darauf angestellt wurde, und zwar Reps, Weizen, Kleegras und Hafer, und war also verhältnißmäßig mehr erschöpft und durch den Hafer und Klee viel ärmer an Nährstoffen für die nachfolgende Halmfrucht (Weizen) geworden als das erstere Feld.

Hieraus scheint sich die auffallende Thatsache zu erklären, daß die salpetersauren Salze im Jahre 1857 eine weit günstigere Wirkung auf das Feld äußerten als der Guano, obwohl in dem Guano das Feld ebensoviel Stickstoff als in den salpetersauren Salzen und überdies noch Phosphorsäure und Kali empfangen hatte. Das Feld war noch reich genug an Nährstoffen für eine gute Gerstenernte, und es bedurfte nur einer gleichmäßigeren Vertheilung derselben, welche durch die salpetersauren Salze und das Kochsalz bewirkt wurde, um eben so viel davon und mehr noch ernährungs- und übergangsfähig in die Gerstenpflanzen zu machen, als wie dies statt hatte auf dem mit Guano gedüngten Stücke, auf welchem die Summe der Nährstoffe größer war.

Was auf die Ergebnisse dieser Versuche einen Einfluß hatte, welcher in Rechnung gezogen werden muß, ist die Thatsache, welche durch Dr. Zöller festgestellt wurde, daß das Natron an der Erzeugung des Gerstensamens einen bestimmten Antheil zu

nehmen scheint. Die angewandten salpetersauren Salze wirkten offenbar nicht blos als Verbreitungsmittel anderer Nährstoffe, sondern das Natron sowohl wie die Salpetersäure hatten ihren Antheil an dem Ernteertrag. In dem vierten Versuche empfing das Feld eben so viel Salpetersäure wie im zweiten, aber die damit verbundene Basis war Kali und nicht Natron, und der Zusatz von Kochsalz im fünften bewirkte eine bemerkliche Steigerung in der Kornernte. In dem fünften und sechsten Versuche war aber offenbar die angewandte Salzmenge zu hoch und das Uebermaß erniedrigte den Ertrag unter den mit Chilisalpeter allein erhaltenen.

Auf dem mehr erschöpften Felde im Jahre 1858 überstieg der mit Guano erzielte Ertrag an Korn und namentlich an Stroh alle übrigen. Der Gehalt an Nährstoffen war in der Ackerkrume dieses Feldes im Ganzen geringer und der Einfluß ihrer Vermehrung machte sich in einem viel höheren Grade als die Vertheilung oder Verbreitung der im Boden vorhandenen geltend. Durch die Beigabe von Kochsalz wurde übrigens auch beim Weizen der Ertrag erhöht.

Die Wirkung des Kalis auf den Weizen im Gegensatz zu der des Natrons auf die Gerste ist augenfällig.

Was den Einfluß des Kochsalzes und der Natronsalze im Allgemeinen betrifft, so ergaben die Untersuchungen der Rüben und Kartoffeln, der Küchen- und Wiesenpflanzen, daß die Asche der ersteren in der Regel eine beträchtliche Menge Natron enthält und die der anderen verhältnißmäßig reich an Chlormetallen ist. Das Gras von einer Wiese, welche als Düngmittel Kochsalz empfangen hat, wird von dem Vieh lieber gefressen und jedem anderen vorgezogen, so daß das Kochsalz auch von diesem Gesichtspunkte aus als Düngmittel Beachtung verdient.

Da sich ein Theil der Wirkungen des salpetersauren Na-

trons, des Kochsalzes und der Ammoniaksalze, insofern sich diese auf die Verbreitung anderer Nährstoffe im Boden beschränkt, durch eine sorgfältige mechanische Bearbeitung und Bebauung des Feldes ebenfalls erzielen läßt, so ist der Einfluß, den diese Salze auf die Erträge einer Feldfrucht äußern, ein nicht zu verwerfendes Merkzeichen des Zustandes eines Feldes. Auf einem gut behandelten Felde werden sie immer eine weit minder günstige Wirkung haben als auf einem schlecht gebauten, natürlich bei sonst gleichen oder ähnlichen Bodenverhältnissen.

Gyps. Unter den neueren Untersuchungen über den Einfluß des Gypses auf den Klee*) sind die von Dr. Pincus in Insterburg sowohl ihrer sorgfältigen Durchführung als der

*) In der trefflich redigirten Zeitschrift des landwirthschaftlichen Vereins für Rheinpreußen findet sich in Nr. 9 und 10, September und Oktober 1861, Seite 357, folgende Notiz über die bemerkenswerthe Fruchtbarkeit eines Bodens für Klee.

„In Rohn, Bürgermeisterei Antweiler, Kreis Aldenau (vulkanische Eifel), besäete der Kleinackerer Kirfeld eine Parzelle, auf welcher viele Bruchstücke von Muscheln sich befinden sollen, vor 23 Jahren mit Esparsette. Diese Kleesorte brachte 10 Jahre lang gute Heuschnitte und ergiebige Grummeternten. Von da an stellte sich viel Gras unter dem Klee ein. Um dieses zu vertilgen, ließ Kirfeld sein Feld im Frühjahre mit eisernen Eggen übers Kreuz stark aufeggen und 8 Pfd. rothen Kleesamen übersäen. Der rothe Klee wuchs mit der Esparsette prächtig heran, gab zwei volle Schnitte in jedem Jahre, drei Jahre hindurch; bei Ablauf des dritten Jahres wurde das Feld abermals stark aufgeeggt und von neuem mit 8 Pfd. rothem Kleesamen besäet. Es erfolgten abermals zwei Schnitte drei Jahre hindurch an einem vortrefflichen Gemisch von Esparsette mit rothem Klee. Dieselbe Operation wurde noch zweimal wiederholt mit gleich gutem Erfolge, so daß gegenwärtig das Feld 22 Jahre hindurch hintereinander Klee trägt und zwar die ersten 10 Jahre reine Esparsette, die folgenden 12 Jahre rothen Klee mit Esparsette.“

Es wäre von Interesse, eine gut durchgeführte Analyse dieses Bodens zu haben, mit Berücksichtigung seines Absorptionsvermögens für Kali und phosphorsauren Kalk.

Schlüsse wegen, die sich daran knüpfen, von größter Bedeutung. Auf dessen Anregung wurden von Herrn Rosenfeld auf einem in der Nähe von Lenkeningken belegenen, eine gute Ernte versprechenden Kleefelde Anfangs Mai, als die Pflanzen ungefähr einen Zoll hoch waren, drei dem Augenschein nach gleich bestokte Stücke von etwa einem Morgen nebeneinander von einem sehr großen Kleefelde ausgewählt, das mittlere ungedüngt gelassen, die beiden anderen, das eine mit Gyps, das andere mit Bittersalz, beide mit einem Centner per Morgen bestreut.

Das Kleefeld war eines der in bester Cultur stehenden und fruchtbarsten in dieser Gegend und hatte im Sommer vorher eine reiche Roggenernte geliefert.

Zwischen dem ungegypsten und den beiden anderen Stücken, welche Gyps und Bittersalz erhalten hatten, machte sich sehr bald ein Unterschied in der Farbe und dem Stande des Klees bemerkbar, die Pflanzen auf dem gegypsten waren dunkler grün und höher. Auffallend war der Unterschied zur Zeit der Blüthe, welche bei dem ungegypsten 4 bis 5 Tage früher eintrat, so daß auf dem gegypsten kaum hier und da eine Blüthe zu sehen war, als schon rings umher das ganze Feld in voller Blüthe stand, als endlich auch die gegypsten Stücke blüthen, wurde der Klee (24. Mai) geheuen.

Von jedem der drei Versuchsstücke wurde eine □Ruthe abgemessen und der darauf stehende Klee besonders gehauen und das Gewicht des Kleeheus bestimmt.

Auf den preuß. Morgen berechnet wurde geerntet:

	Ctr. Kleeheu per Morgen
ohne Dünger	21,6 Ctr.
mit Gyps	30,6 „
mit Bittersalz	32,4 „

Die genauere Untersuchung des Kleeheus ergab, daß der

Mehrertrag, der auf den mit den Sulfaten gedüngten Stücken geerntet worden war, sich nicht gleichmäßig auf alle Theile der Kleepflanze erstreckte, sondern vorzugsweise auf die Stengel, so zwar, daß in 100 Theilen des gedüngten Klees mehr Stengel, weniger Blätter und noch weniger Blüthen enthalten waren wie in 100 Theilen des ungedüngten.

		ungedüngt	gedüngt	
			mit Gyps	mit Bittersalz
100 Theile Kleeheu	Blüthen	17,15	11,72	12,16
	Blätter	27,45	26,22	25,28
	Stengel	55,40	61,62	63,00

oder:

		Büthen	Blätter	Stengel
Kleeheu	ungedüngt	17,15	27,45	55,40
	mit Gyps gedüngt	11,72	25,28	63,00
	„ Bittersalz „	12,16	26,22	61,62

Aus diesen Verhältnissen der verschiedenen Organe der Kleepflanze ergibt sich, daß durch den Einfluß der schwefelsauren Salze eine sehr beträchtliche Vermehrung der Holzzellen oder wenn man will, eine Streckung der Stengel auf Kosten der Blüthen und Blätter stattgefunden hat. Das relative Verhältniß der Blüthen, Blätter und Stengel war:

	Verhältniß der	Blüthen:		Blätter:		Stengel:
Kleeheu	ungedüngt	100	:	160	:	323
	mit Gyps gedüngt	100	:	216	:	507
	„ Bittersalz „	100	:	216	:	538

Nach dem Gesetze der symmetrischen Entwickelung der Pflanzen kann man, ohne einen Fehler zu begehen, schließen, daß die Wurzelentwickelung abwärts in eben dem Verhältniß als die Stengelbildung zunahm, und da die Zunahme einer Pflanze an Masse im Verhältniß zu der Nahrung aufnehmenden Oberfläche steht, so erklärt sich hieraus, daß die gedüngten Stücke

nicht nur eine größere Masse Stengel, sondern auch, wie beim Bittersalz, mehr Blüthen und Blätter geliefert haben als das ungedüngte Stück. Auf den Morgen berechnet, waren geerntet worden:

	ohne Düngung	mit Gyps	mit Bittersalz gedüngt
Blüthen . . .	370,5 Pfd.	358,5 Pfd.	394,0 Pfd.
Blätter . . .	592,9 „	773,7 „	849,5 „
Stengel . .	1196,6 „	1927,8 „	1996,5 „
	2160 Pfd.	3060 Pfd.	3240 Pfd.

Die Quantität der Aschenbestandtheile nahm bei den meisten nahe in dem Verhältnisse wie die Mehrerträge zu, nur bei der Phosphorsäure und Schwefelsäure zeigt sich eine sehr bemerkliche Abweichung, insofern die Menge in dem mit Sulfaten gedüngten Klee relativ und absolut größer war.

Die Asche des lufttrocknen Kleeheus betrug:

	ungedüngt	mit Gyps	mit Bittersalz gedüngt
Procente	6,95	7,96	7,94
in der ganzen Ernte	150 Pfd.	243 Pfd.	257 Pfd.
worin Schwefelsäure	2 „	8 „	6 „
„ Phosphorsäure	11,95 „	21,55 „	21,82 „

Durch die Düngung mit Sulfaten ist die Entwickelung der Blüthen und damit auch die der Frucht gehemmt worden und es ist ersichtlich, daß wenn auch an Stengeln und Blättern durch diese Mittel ein höherer Ertrag von einer bestimmten Fläche zu erzielen wäre, dies von der Samenerzeugung nicht gilt; denn es hätten auf einem Morgen des mit Gyps und Bittersalz gedüngten Stückes über 600 Pfund Blüthen geerntet werden müssen, wenn Blüthen, Blätter und Stengel in demselben Verhältnisse hätten stehen sollen, wie bei ungedüngtem Klee. Wir sehen aber trotz einer enormen Vermehrung im Gewichte der Stengel und einer nicht unbedeutenden in dem der Blätter keinen Gewinn an Blüthen und damit auch vor-

ausſichtlich nicht an Samen (Pincus), dieſe in ihrer Art muſterhaft durchgeführten Verſuche beſtätigen die allgemeine Regel, daß wenn äußere Urſachen, der Entwickelung einzelner vor anderen Organen, günſtig ſind und ſie befördern, daß dies, wenn die Bodenbeſchaffenheit ſonſt gleich bleibt, nur auf Koſten der Entwickelung dieſer anderen geſchehen kann, und daß beim Klee wie bei dem Getreide mit der Zunahme des Strohertrags die des Samens abnimmt (ſiehe übrigens das Ausführlichere dieſer Unterſuchung im Anhang J).

Da die Vertretung des Kalks durch Bittererde in den eben beſchriebenen Verſuchen eine Vermehrung des Kleeertrags zur Folge hätte, ſo kann man wohl mit einiger Sicherheit den Schluß daran knüpfen, daß in den Fällen, in welchen der Gyps eine günſtige Wirkung auf den Klee äußert, der Grund derſelben nicht in dem Kalk des Gypſes geſucht werden darf, obwohl ſehr häufig auf manchen Feldern die Kleecultur erſt dann gelingt, wenn dieſelben reichlich mit Kalkhydrat gedüngt worden ſind; man weiß zudem, daß das Gypſen auch auf manchen Kalkfeldern günſtig auf den Kleeertrag wirkt, und da man jetzt weiß, daß die Ackererde das Vermögen beſitzt, Ammoniak aus der Luft und dem Regenwaſſer aufzunehmen und zu binden, und zwar in eben ſo hohem oder noch höherem Grade als ein Kalkſalz, ſo bleibt als Anhaltspunkt zur Erklärung der Wirkung des Gypſes nur die Schwefelſäure übrig.

Die Verſuche von Pincus beweiſen aber, daß die Erträge, welche durch Düngung mit den Sulfaten erhalten wurden, in keiner Beziehung ſtehen zu der dem Felde zugeführten Schwefelſäure.

Die Schwefelſäure-Mengen in den zur Düngung angewendeten Sulfaten betrugen der Analyſe nach 30,12 Pfund beim Bitterſalz und 44,18 Pfund beim Gyps, oder ſie ver-

hielten sich wie 6 : 8,8; die Schwefelsäure-Mengen in den beiden mit Gyps und Bittersalz erhaltenen Kleeernten verhielten sich wie 6 : 8; die Asche des gegypsten Klees enthielt etwas über 8 Pfund, die des mit Bittersalz erhaltenen 6 Pfund. Auf dem mit Gyps gedüngten Stücke fand die Kleepflanze mehr Schwefelsäure im Ganzen vor als auf dem anderen und nahm in eben dem Verhältniß auch mehr auf; aber diese Mehraufnahme erhöhte nicht den Ernteertrag; auf dem mit Bittersalz gedüngten Stücke, welches weniger Schwefelsäure empfangen hatte, war der Ertrag an Pflanzenmasse um 8 Procent höher.

Diese Betrachtungen dürften zeigen, daß wir über die Wirkung des Gypses noch nichts Bestimmtes wissen und es werden noch sehr viele und genaue Beobachtungen nöthig sein, ehe man eine vollständige Erklärung wird geben können.

So lange man die Ansicht hegte, daß die Pflanzen ihre Nahrung aus einer Lösung schöpfen, konnten bei der Aufsuchung des Grundes der Wirkung eines löslichen Salzes auf den Pflanzenwuchs natürlich nur die Bestandtheile des Salzes in Betracht gezogen werden, allein wir wissen jetzt, daß die Erde bei allen Vorgängen der Ernährung eine ihr eigene thätige Rolle übernimmt, und es ließ sich somit denken, daß in dem Verhalten des Gypses zur Ackererde oder der letzteren zum Gyps, zum Theil wenigstens, ein Schlüssel zur Erklärung seiner Wirkung gefunden werden könne. Eine Reihe von Versuchen, die ich über die Veränderungen, welche Gypswasser (eine gesättigte Lösung von Gyps im Wasser) in Berührung mit verschiedenen Ackererden erleidet, anstellte, haben in der That sehr auffallende Resultate geliefert, die ich hier mittheile, ohne daß ich es wage, bestimmte Folgerungen daran zu knüpfen.

Das Gypswasser erleidet nämlich bei Berührung mit allen (von mir angewendeten) Erden eine solche Zersetzung, daß, ganz

den gewöhnlichen Affinitäten entgegen, ein Theil des Kalks von der Schwefelsäure getrennt wird und an die Stelle desselben Bittererde und Kali tritt.

Die Versuche waren in folgender Weise angestellt: es wurden jedesmal 300 Gramme einer jeden Erde mit einem Liter reinem Wasser, sodann andere 300 Grm. derselben Erde mit einem Liter Gypswasser gemischt und nach 24 Stunden die abfiltrirte Flüssigkeit auf ihren Gehalt an Bittererde untersucht. Reines destillirtes Wasser nahm aus allen Erden Schwefelsäure und Chlor, Spuren von Phosphorsäure, sowie Kalk, Bittererde und Natron, zuweilen auch von Kali auf, meistens in unbestimmbar kleinen Mengen; die Alkalien sowohl wie der Kalk und die Bittererde scheinen durch Vermittelung von organischen Stoffen gelöst zu werden, da die trocknen Rückstände beim Erhitzen sich schwärzten und der Glührückstand mit Säuren brauste.

Aus 300 Grammen Erde löste ein Liter

	destillirtes Wasser —	Gypswasser
	Milligramme Bittererde	Milligramme Bittererde
Erde von Bogenhausen	30,2	70,6
Schleißheimer Erde	31,6	87,8
Untergrund Bogenhausen . . .	12,2	84,2
Erde aus dem botanischen Garten	45,4	168,6
Erde von Bogenhausen Nr. I*)	26,6	101,6
„ „ „ „ II	38,2	98
Erde vom Schornhof	8,6	63,4
Erde von einem Baumwollen-Feld (Alabama)	1,9	3,8

*) Auf der durch Gypsdüngung erfahrungsgemäß ein höherer Ertrag an Klee erzielt wird, Nr. I noch nicht mit Gyps gedüngt, Nr. II bereits mit Gyps gedüngt.

Diese Zahlen geben zu erkennen, daß durch Gypsen eines Feldes die im Boden vorhandene Bittererde löslich und verbreitbar gemacht wird, und wenn der Einfluß des Gypses auf die Vegetation der Kleepflanze in der That auf einer vermehrten Zufuhr von Bittererde beruht, so ist dies von dem Gesichtspunkte aus, daß diese Vermehrung durch ein Kalksalz geschieht, sicherlich eine der sonderbarsten Thatsachen, die wir kennen; durch einen besonders zu diesem Zwecke angestellten Versuch wurde ermittelt, daß bei Berührung der Ackererde mit der Lösung des schwefelsauren Kalks eine wirkliche Vertretung des Kalks durch Bittererde statt hat, d. h. es tritt eine gewisse Menge Kalk aus der Lösung an die Erde, während die mit diesem Kalk verbundene Schwefelsäure eine äquivalente Menge Bittererde daraus aufnimmt. In einem Liter Gypswasser, welches mit 300 Grammen Erde von einem Weizenacker in Berührung war, fanden sich folgende Mengen Schwefelsäure, Bittererde und Kalk:

Das reine Gypswasser enthielt in 1 Liter		— mit Erde in Berührung
Schwefelsäure . . .	1,170 Gramme	1,180 Gramme
Kalk	0,820 „	0,736 „
Bittererde	—	0,074 „

Durch den Einfluß des Gypses scheint übrigens neben der Bittererde noch eine gewisse Menge Kali in Lösung übergeführt zu werden.

Aus 1000 Grammen Erde von einem Weizenacker nahmen auf		
	3 Liter reines Wasser	— 3 Liter Gypswasser
Kali . . .	24,3 Milligr.	43,6 Grm.

Man sieht, daß die Wirkung des Gypses sehr zusammengesetzt ist und daß dadurch sowohl Bittererde als Kali verbreitbar in der Erde gemacht wird. Sicher ist und dies man vorläufig festgehalten, daß der Gyps eine chemische Action auf

die Erde selbst ausübt, die sich in jede Tiefe erstreckt, und daß in Folge der chemischen und mechanischen Veränderung der Erdtheile gewisse Nährstoffe aufnahmsfähig für die Kleepflanze oder zugänglich werden, die es vorher nicht waren.

In der Regel sucht man, um die Wirkung eines Düngstoffes zu erklären, den Grund in der Zusammensetzung der Pflanze aufzufinden, allein ich glaube nicht, daß dies immer ein richtiger Anhaltspunkt ist. Die Zusammensetzung der Samen der Gewächse, des Weizensamens z. B., ist so constant oder so wenig veränderlich, daß es ganz unmöglich ist, aus der Analyse desselben rückwärts einen Schluß zu machen auf den Reichthum oder den Mangel an Phosphorsäure, Stickstoff, Kali ꝛc. in dem Boden, auf welchem der Same gewachsen ist. Der Reichthum oder der Mangel an Nährstoffen in einem Felde übt einen Einfluß auf die Anzahl und Schwere der Samen, die sich bilden, aber nicht auf das relative Verhältniß seiner Elemente aus. So fand Pincus z. B. den procentischen Gehalt an Bittererde in dem ungedüngten Klee um etwas höher als in dem mit Sulfaten gedüngten, aber in der ganzen Ernte betrug die Bittererdemenge verhältnißmäßig viel mehr.

Bittererdegehalt in

	ungedüngt	mit Gyps	mit Bittersalz gedüngt
100 Kleeheu-Asche . .	5,87	5,47	5,27
in der ganzen Ernte .	8,8 Pfd.	13,29 Pfd.	13,54 Pfd.

Abweichungen in dem Procentgehalte an Kali, Kalk, Bittererde wird man bei allen Pflanzen häufig wahrnehmen können, in welchen, wie beim Tabak, der Weinrebe und dem Klee, der Kalk durch Kali oder umgekehrt vertretbar ist, aber in diesem Falle entspricht der Zunahme an dem einen Körper von Kalk z. B. stets eine Abnahme, an dem anderen z. B. von Kali und umgekehrt.

Wenn der Gyps die Eigenschaft besitzt, eine Verbreitung des Kalis im Boden zu bewirken, und diese dem Bittersalz abgeht, so sollte man denken, daß der mit Gyps gedüngte Klee mehr Kali als der mit Bittersalz gedüngte enthalten müsse. Nach den Analysen von Pincus enthielt die

Kleeheu-Asche

		mit Gyps	mit Bittersalz gedüngt
in Procenten	Kali	35,37 Pfd.	32,91 Pfd.
	Kalk	19,17 „	20,66 „
in der ganzen Asche	Kali	85,9 „	84,6 „
	Kalk	46,6 „	53,2 „

Diese Zahlen zeigen, daß in der That die Kalimenge in dem mit Kalksulfat gedüngten Klee größer und die Kalkmenge kleiner war als in der mit Bittersalz erzielten höheren Ernte.

In dem Kleeheu von dem letzteren Stück war offenbar das fehlende Kali durch Kalk und in dem mit dem Kalksalz gedüngten eine gewisse Menge Kalk durch Kali vertreten worden.

Eine Untersuchung so sorgfältig und unbefangen wie die von Pincus erscheint unter den leichtfertigen und liederlichen Untersuchungen, an denen die Landwirthschaft so überaus reich ist, wie eine grüne Oase in einer unfruchtbaren Wüste, und sie ist wohl geeignet zu zeigen, wie viel an wahrer Erkenntniß der Vorgänge im Boden, in Beziehung auf die Pflanzenernährung noch zu entdecken ist. (Siehe agricultur-chemische und chemische Untersuchungen und Versuche, ausgeführt bei der landwirthschaftlich-chemisch-physikalischen Versuchstation zu Insterburg von Dr. Pincus. Gumbinnen 1861.)

Kalk. Ich habe leider niemals Gelegenheit, einen Boden zu untersuchen, auf welchen die Kalkdüngung eine günstige Wirkung ausübt, da diese weder in der Umgegend von Gießen,

noch von München im Gebrauche ist. Die Versuche, welche Kuhlmann im Jahre 1845 und 1846 auf Wiesen anstellte, scheinen zu zeigen, daß die Nützlichkeit des Kalks wesentlich in einer Veränderung der Bodenbeschaffenheit beruht, die ich in den anzuführenden Fällen aus Mangel an allen genauen Angaben über den Boden nicht näher zu erläutern weiß.

Ernte an Heu pro Hectare
1845 und 1846:

durch Düngung einer Wiese		
mit jährlich 300 Kil. gelöschtem Kalk . .	14263 Kil.	mehr 3000 Kil.
„ „ 500 „ Kreide	10706 „	weniger 556 „
ungedüngt	11263 „	

Man kann hier wohl annehmen, daß, wenn der Kalk als Nährstoff eine Wirkung auf die Entwicklung der Wiesenpflanzen gehabt hätte, der kohlensaure Kalk in keinem Fall einen niedrigeren, sondern eher einen höheren Ertrag hätte liefern müssen als die ungedüngte Wiese; es zeigt sich aber das umgekehrte Verhältniß; der kohlensaure Kalk, der nur in Kohlensäure gelöst sich im Boden verbreiten konnte, wirkte schädlich, der ätzende Kalk hingegen günstig ein.

Unter den häufig erwähnten sächsischen Versuchen befinden sich zwei, welche bedeutungsvoll genug sind, um hier erwähnt zu werden. Der eine wurde von Herrn Traeger in Oberbobritzsch, der andere von Herrn Träger in Friedersdorf angestellt; von letzterem fehlt ein vergleichender Versuch, durch den sich der Unterschied zwischen den Erträgen des mit Kalk gedüngten und eines gleichen ungedüngten Stückes erkennen ließe; ich stelle darum anstatt des letzteren einen anderen Versuch zur Seite, in welchem ein gleiches Stück Feld mit Knochenmehl gedüngt wurde.

Versuch zu Oberbrobitzsch:

Ertrag pr. Acker	Kalkdüngung (60 Scheffel c. 110 Ctr. gebrannten Kalk) ungedüngt Korn	— Stroh	mit Kalk gedüngt Korn	— Stroh
1851 Roggen . . .	1453 Pfd.	3015 Pfd.	1812 Pfd.	3773 Pfd.
1853 Hafer	1528 „	1812 „	1748 „	2320 „
1852 Kartoffeln . .	9751 „		11021 „	
1854 Kleeheu . . .	911 „		2942 „	

Versuch zu Friedersdorf:

Ertrag pr. Acker	Kalkdüngung (dieselbe Menge wie oben) mit 1644 Pfd. Knochenmehl Korn	— Stroh	mit Kalk gedüngt Korn	— Stroh
1851 Roggen	990 Pfd.	3273 Pfd.	1012 Pfd.	3188 Pfd.
1853 Hafer	1250 „	2226 „	1352 „	2280 „
1852 Kartoffeln . . .	8994 „		12357 „	
1854 Kleeheu	4614 „		4438 „	

Guano brachte in dem Jahre 1854 auf dem Felde zu Oberbobritzsch einen höheren Ertrag an Klee wie Kalk (siehe Seite 277), hingegen auf dem Felde zu Friedersdorf einen niedrigeren hervor. 616 Pfund Guano in Friedersdorf 2737 Pfund, in Oberbobritzsch 5044 Pfund Kleeheu.

Versuche, in denen ich Kalkwasser mit verschiedenen Erden in Berührung brachte, haben ergeben, daß die Ackererde ein ähnliches Absorptionsvermögen für Kalk, wie für Kali und Ammoniak besitzt. Die Erde wurde mit Kalkwasser gemischt und stehen gelassen bis alle Reaction völlig verschwunden war, sodann eine neue Quantität Kalkwasser der Mischung zugegeben, bis eine schwache aber deutliche alkalische Reaction bleibend wurde.

Versuche über die Menge von Kalk, welche von verschiedenen Ackererden aus Kalkwasser aufgenommen wurden.

	Grm. Kalk	aus	Grm. Kalkwasser
1 Liter = 1 Kubikdecimeter Bogenhauser Erde nahm auf	2,824	„	2259
1 Liter Schleißheimer Erde nahm auf . .	2,397	„	1917
1 „ botanischer Garten-Erde nahm auf	3,000	„	2400
1 „ Untergrund Bogenhausen „ „ .	3,288	„	2630
1 „ Bogenhausen Weizenacker „ „ .	2,471	„	1976
1 „ von demselben Felde nach Klee nahm auf	2,471	„	1976
1 „ Torfpulver	6,301	„	5040

Die nähere Untersuchung der Veränderungen, welche die Erde durch die Aufnahme von Kalk erlitten hat, namentlich in Beziehung auf löslich gewordene Kieselsäure und Kali, ist noch nicht beendigt.

Anhang A.

(Zu Seite 19.)

Untersuchung von Buchenblättern in verschiedenen Wachsthumszeiten. (Dr. Zöller.)

Die Buche (fagus sylvatica), von welcher die untersuchten Blätter gesammelt wurden, steht im Münchener botanischen Garten. Die Blätter, bezeichnet I. Periode, nahm man am 16. Mai 1861 in vier verschiedenen Größen vom Baume ab. Die kleinsten Blättchen a hatten eben die Knospen verlassen, während die Blätter d in ihrer Größe völlig ausgewachsenen Buchenblättern entsprachen; bezüglich ihrer Wachsthumszeit unterschieden sich a und d um vier Tage. Die beiden andern Blattsorten b und c standen hinsichtlich ihrer Größe und Wachsthumszeit zwischen a und d. Die Blätter der I. Periode waren sehr zart; ihre Farbe gelblich grün.

Die folgenden Blattabnahmen geschahen am 18. Juli (II. Periode) und am 15. October 1861 (III. Periode). Die Blätter der einzelnen Perioden waren unter sich von gleicher Größe und derbem Gefüge, die Farbe der Juliblätter war dunkelgrün, die der Octoberblätter etwas heller.

Die Blätter der IV. Periode stammten von demselben Baume, wurden aber im Jahre 1860 Ende November abgenommen; sie waren an dem Baume vertrocknet und vollkommen dürr.

100 Gewichtstheile frischer Buchenblätter enthielten:

	I. Periode. a.	b.	c.	d.	II. Periode.	III. Periode.
Trockensubstanz . . .	30,29	22,04	21,53	21,52	44,13	43,23
Wasser	69,71	77,96	78,47	78,46	55,87	56,77

1000 Stück frische Blätter bestanden aus Grammen:

	a.	b.	c.	d.	II. Periode.	III. Periode.
Trockensubstanz . . .	10,01	15,90	32,63	60,00	116,16	117,53
Wasser	22,61	57,26	118,91	218,31	147,04	154,33
Gesammtgewicht der 1000 Blätter	32,62	73,16	151,54	278,31	263,20	271,86
Aschen-Procente der trockenen Blätter	4,65	5,40	5,82	5,76	7,57	10,15

Der Wassergehalt der lufttrockenen Blätter der IV. Periode betrug 11,89 Proc.; der Aschengehalt der getrockneten Blätter 8,70 Proc.

Zur Aschen-Analyse der Blätter von Periode I. wurde die Asche durch Einäscherung der gleichen Anzahl Blätter b, c und d hergestellt.

100 Theile Blätterasche enthielten:

	I. Periode. 16. Mai 1861	II. Periode 18. Juli 1861	III. Periode. 14. Oct. 1861	IV. Periode. Ende Nov. 1861.
Natron	2,30	2,34	1,01	—*)
Kali	29,95	10,72	4,85	0,99
Magnesia	3,10	3,52	2,79	7,13
Kalk	9,83	26,46	34,05	34,13
Eisenoxyd	0,59	0,91	0,94	1,10
Phosphorsäure	24,21	5,18	3,48	1,95
Schwefelsäure	—*)	—*)	—*)	4,98
Kieselsäure	1,19	13,37	20,68	24,37
Kohlensäure und unbest. Bestandtheile . . .	28,83	37,50	32,20	25,35
Summe	100,00	100,00	100,00	100,00

*) Nicht bestimmt.

Aschen-Analysen der Blätter der Roßkastanie und des Nußbaumes von E. Staffel.

(Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. LXXVI, S. 379.)

	Roßkastanie Frühjahr	Roßkastanie Herbst	Nußbaum Frühjahr	Nußbaum Herbst
Feuchtigkeit in 100 Thln. frischer Substanz, bei 100° C. getrocknet . .	82,09	56,27	82,15	63,31
Aschenprocente der frischen Substanz .	1,376	3,288	1,092	2,570
» » getrockneten » .	7,69	7,52	7,719	7,005
100 Theile Asche enthielten:				
Kali	46,38	14,17	42,04	25,48
Kalk	13,17	40,48	26,86	53,65
Magnesia	5,15	7,78	4,55	9,83
Thonerde	0,41	0,51	0,18	0,06
Eisenoxyd	1,63	4,69	0,42	0,52
Schwefelsäure	2,45	1,69	2,58	2,65
Kieselsäure	1,76	13,91	1,21	2,02
Phosphorsäure	24,40	8,22	21,12	4,04
Chlorkalium	4,65	8,55	1,04	1,73
Summe	100,00	100,00	100,00	99,98

Aschen-Analysen von blühenden und abgewelkten, mit Früchten besetzten Spargelstengeln.
(Dr. Zöller).

	I. Blühende Spargel-kegel.	II. Herbststengel mit reifen Früchten.
Feuchtigkeit in 100 Theilen der frischen Substanz bei 100° C. getrocknet	84,34	59,23
Aschenprocente der frischen Substanz . .	0,946	4,13
Aschenprocente der getrockneten Substanz	6,050	10,13
100 Theile Asche enthalten:		
Natron	5,11	5,25
Kali	34,40	11,77
Magnesia	4,69	3,61
Kalk	9,07	24,05
Eisenoxyd	0,52	0,94
Phosphorsäure	12,54	7,33
Kieselsäure	1,85	9,68
Unbestimmte Bestandtheile &c. . . .	31,82	37,37
Summa:	100,00	100,00

Das Untersuchungsmaterial stammte aus dem botanischen Garten in München. Die blühenden Spargelstengel wurden am 20. Juni 1861 dicht über der Erde abgeschnitten, in gleicher Weise die Herbststengel am 28. October 1861 von derselben Pflanze.

Anhang B.

(Zu Seite 28.)

Ueber das Amylon in den Palmenstämmen.

Die Quantität des Stärkemehls ist in einem und demselben Stamme je nach seinem Alter und der Blüthe- oder Fruchtzeit außerordentlich verschieden.

Die Erzeugung desselben nimmt bisweilen nicht bloß innerhalb der Zellen rasch zu, sondern bisweilen sogar auf Unkosten des Zellgewebes. So sieht man manchmal im Frühlinge den Wurzelstock von Sabal mexicana nicht bloß im Inneren der Zellen, sondern auch außer denselben voll von weißem Mehle.

Am allerauffälligsten aber erscheint dieses Phänomen bei den ostindischen Sago-Palmen (Metroxylon). Hier zeigt sich ganz deutlich, daß die Entwickelung des Stärkemehls periodenweise vor sich geht und organisch zusammenhängt mit der Entwickelung der Blüthen und Früchte. Man kann daher bei diesen Bäumen gleich den Malayen sagen, daß sie in einer gewissen Zeit trächtig seien; und zwar ist dies eben die Periode, in welcher der Baum in seinem Inneren eine große Menge von Stärkemehl hervorbringt, und gleichsam als den organischen Vorrath auffspeichert, aus welchem nach Verflüssigung neue Holztheile, Blüthen und Früchte producirt werden sollen.

Ganz besonders gilt das hier Gesagte von Metroxylon Rumphii Mart. (Sagus genuina Rumph.) Dieser Baum, ein wahres chemisches Laboratorium für die Bereitung von Stärkemehl ist monokarpisch, d. h. er blüht und fructificirt nur einmal und stirbt dann. Er hat dann eine Höhe von 25 bis 30′ erreicht. Der Stamm, cylindrisch und mehr als ein Fuß dick, besteht von der Peripherie auf anderthalb Zoll einwärts aus einem weißlichen nicht sehr hartem Holze, weiter nach Innen aber aus einem schwammigen, von Fasern durchzogenem Gewebe, dessen Zellen mit Stärkemehlkörnern angefüllt sind. In der Jugend, wenn der Stamm noch gleichsam unreif ist, enthält er nur eine geringe Menge Stärke. Solche nimmt zu, wenn der Stamm in seinem oberen Theile und im untersten Theile der Blattscheiden lange Stacheln hervortreibt. Wenn diese Waffen abgeworfen sind und die Blätter fast ganz mit einem weißen Reife beschlagen sind, gleichsam als hätte man sie mit Kalkstaub eingepudert, beginnt die größte Menge von Stärke. Die Malayen nennen diese Periode Maaputih, d. h. der Baum wird weiß. Nun beginnt an der Spitze des Stammes der Blüthenschaft, welcher sich später wie ein ungeheures Hirschgeweih mit tausenden von Blüthen und endlich mit kugelrunden, von einer Panzerschale bekleideten Früchten bedeckt, hervorzutreiben, und wenn er eines Fußes Länge erreicht hat, ist jene Periode vorhanden, welche der Malaye Saga bonting nennt, d. h. der Baum ist trächtig. Ein geringerer Theil des Amylons wird nun bereits umgesetzt, um der Bildung in Holzfasern der Blüthenschaften zu dienen. Endlich tritt das Stadium ein, welches der Malaye Majang bara nennt, d. h. das Junge tritt hervor. Der Blüthenschaft hat dann auf dem Gipfel des Stammes 4′ erreicht; aber die Scheiden, aus welchen die Blüthenzweige hervortreten sollen, sind noch nicht geöffnet. Der

Baum kann diese drei Perioden bereits durchlaufen haben, ohne eine sehr beträchtliche Einbuße an Stärke zu erleiden. Wenn aber die letzte Periode, Batsja Bang, d. i. der Trieb verzweigt sich, eingetreten ist, wo dann der ganze Schaft 6 bis 10′ hoch geworden ist und 10′ im Umkreis mißt, dann ist die größte Menge des Amylons bereits zu dicken Holzfasern verwendet, und noch mehr ist dies in den beiden letzten Perioden der Blüthe (Siriboa) und der Frucht (Bahoa) der Fall. Dann ist gar kein Stärkemehl mehr vorhanden. Ein gesunder Baum bringt 400 bis 800 Pfunde Stärkemehl hervor (der daraus bereitete Sago kommt übrigens nicht in den europäischen Handel, sondern wird im Lande verbraucht). Diejenige Palmenart, welche den in Europa verwendeten Sago vorzugsweise liefert, ist Metroxylon laeve Mart. von Malakka, dessen wilde Stämme 4 bis $5^1/_2$ Pickols Sago liefern, während die in Gärten cultivirten nur 2 bis 3.

Anhang C.

(Zu Seite 57.)

(Vegetable Statics, London 1827).

Die Versuche von Hales über die Mechanik der Saftbewegung können für alle Zeiten als Muster einer vortrefflichen Methode gelten; daß sie in diesem Augenblicke in dem Gebiete der Pflanzenphysiologie unübertroffen dastehen, mag vielleicht dadurch erklärlich gefunden werden, daß sie aus dem Zeitalter Newton's stammen; sie verdienen einer jeden Pflanzenphysiologie einverleibt zu werden.

In dem Anfange seines Werkes beschreibt Hales die Versuche, welche er über die Saftbewegung in den Gewächsen in Folge ihrer Ausdünstung an belaubten Zweigen, an abgeschnittenen Pflanzen und an solchen, die mit Wurzeln noch versehen waren, angestellt hat.

Den Einfluß des mechanischen Druckes einer Wassersäule unter und ohne Mitwirkung der Verdunstung zeigt er durch folgenden Versuch.

An einen mit seinen Blättern und kleinen Zweigen versehenen Ast von einem Apfelbaume befestigte Hales luftdicht eine sieben Fuß lange Röhre; er hielt den Ast mit seinen Zweigen und Blättern in ein großes Gefäß mit Wasser eingetaucht, und füllte die Röhre mit Wasser. Durch den Druck der Wassersäule wurde Wasser in den Ast eingetrieben und es sank das Wasser in der Röhre in zwei Tagen um $14^1/_4$ Zoll.

Den dritten Tag zog er den Ast aus dem Wasser und

überließ ihn der freien Luftverdunstung; das Wasser in der Röhre fiel jetzt in zwölf Stunden um 27 Zoll.

Zur Vergleichung der Kraft, mit welcher das Wasser durch Druck allein und durch Druck und Ausdünstung zusammen durch die Gefäße des Holzkörpers getrieben wird, verband Hales einen 6 Fuß langen belaubten, der Luft ausgesetzten Ast von einem Apfelbaume mit einer 9 Fuß langen Röhre, die mit Wasser gefüllt wurde.

In Folge des Druckes der Wassersäule und der an der Oberfläche der Blätter und Zweige vor sich gehenden Verdunstung sank das Wasser in der Röhre (XI. Versuch) in einer Stunde um 36 Zoll. Er schnitt jetzt den Ast 13 Zoll unterhalb der Röhre ab, und stellte den abgeschnittenen Theil (mit Blättern und Zweigen) aufrecht in ein Gefäß mit Wasser; dieser letztere saugte in 30 Stunden 18 Unzen Wasser auf, während durch das mit der Röhre verbundene 13 Zoll lange Holzstück nur 6 Unzen Wasser, und zwar unter dem Drucke einer Wassersäule von 7 Fuß, durchgegangen waren.

In drei anderen Versuchen zeigt Hales, daß die capillaren Gefäße einer Pflanze für sich und in Verbindung mit den unverletzten Wurzeln durch Capillaranziehung sich mit Leichtigkeit mit Wasser füllen, ohne aber die Kraft zu besitzen, den Saft ausfließen und in einem aufgesetzten Rohr steigen zu machen. Die Bewegung des Saftes gehört, so schließt er, der verdunstenden Oberfläche allein an, er beweist, daß sie von dem Stamme, den Zweigen, Blättern, Blüthen und Früchten in gleichem Grade ausgeht, und daß die Wirkung der Verdunstung in einem bestimmten Verhältniß zur Temperatur und dem Wassergehalte der Luft steht; wenn die Luft feucht war, wurde nur wenig aufgesaugt, an Regentagen war die Auffaugung kaum bemerklich.

Das zweite Kapitel seiner Statik eröffnet er mit folgender Einleitung:

»In dem ersten Kapitel hat man gesehen, welche große Menge Flüssigkeit die Pflanzen aufsaugen und ausdünsten, in diesem beabsichtige ich die Kraft zu zeigen, mit welcher dies geschieht.

»Da in den Pflanzen das mächtige Werkzeug fehlt, welches in den Thieren durch seine abwechselnde Ausdehnung und Zusammenziehung das Blut zwingt, durch die Arterien und Venen zu fließen, so hat die Natur sie entschädigt mit anderen wirksamen und kräftigen Hülfsmitteln, um den Saft, der sie belebt, an sich zu ziehen, zu heben und in Bewegung zu erhalten.«

In seinem XXI. Versuch entblößte er eine der Hauptwurzeln eines in voller Vegetation begriffenen Birnbaumes in einer Tiefe von 2½ Fuß, schnitt die Spitze derselben ab und verband den mit dem Stamme in Verbindung stehenden Theil der Wurzel mit einer Röhre, die er mit Wasser füllte und mit Quecksilber sperrte. Diese Glasröhre stellte die verlängerte Wurzel dar.

In Folge der Ausdünstung der Oberfläche des Baumes saugte die Wurzel das Wasser in der Röhre mit einer solchen Kraft auf, daß in sechs Minuten das Quecksilber bis auf 8 Zoll in der Röhre sich erhob (entsprechend einer Wassersäule von 9 Fuß Höhe).

Diese Kraft ist nahe gleich derjenigen, mit welcher das Blut in der großen Schenkelpulsader eines Pferdes sich bewegt. »Ich bestimmte«, sagt Hales in seinem Vers. XXXVI, »den Druck des Blutes verschiedener Thiere, indem ich sie lebend mit dem Rücken auf einen Tisch befestigte und die große Schenkelpulsader, wo sie in den Schenkel eingeht, mit Hülfe zweier kleinen Röhren von Kupfer, mit einer Röhre von 10 Fuß Länge

und $1/_8$ Zoll innerem Durchmesser verband; das Blut eines Pferdes erhob sich in dieser Röhre auf 8 Fuß 3 Zoll, das eines anderen auf 8 Fuß 9 Zoll, eines Hundes auf $6^1/_2$ Fuß ꝛc.

Hales zeigte durch besondere Versuche, daß die Aufsaugungskraft, welche er an der Wurzel nachwies, auch der Stamm, daß sie jeder einzelne Zweig, jedes Blatt und die Frucht, daß sie jeder Theil der Oberfläche besitzt, daß die Bewegung des Saftes von der Wurzel nach den Zweigen und Blättern fortdauert, selbst wenn der Stamm von Rinde und Bast an irgend einem Theile völlig entblößt wird, daß diese Kraft nicht bloß von der Wurzel nach dem Gipfel, sondern auch von dem Gipfel nach der Wurzel hin wirkt.

Aus seinen Versuchen erschließt er das Vorhandensein einer mächtigen Anziehungskraft, die ihren Sitz in jedem Theile der Pflanze hat.

Wir wissen jetzt, daß diese anziehende Kraft als solche das Quecksilber oder Wasser in seinen Röhren nicht zum Steigen brachte, und aus seinen Versuchen ergiebt sich auf das Klarste, daß das Aufsaugungsvermögen der Pflanzen, jedes Blattes, jeder Wurzelfaser in Folge der Ausdünstung durch eine mächtige Kraft von außen unterstützt wird, die nichts anderes ist, als der Druck der Atmosphäre.

Durch die Verdunstung des Wassers an der Oberfläche der Gewächse entsteht im Inneren derselben ein leerer Raum, in dessen Folge Wasser und im Wasser lösliche Gase mit Leichtigkeit von Außen eingetrieben und gehoben werden, und es ist dieser äußere Druck neben der Capillarität die Hauptursache der Verbreitung und Bewegung der Säfte.

Was das Aufsaugungsvermögen der Pflanzenoberfläche bei einem gewissen Drucke von Außen für Gase betrifft, so bieten seine Versuche die sprechendsten Belege dar. In seinem

Versuche XXII. sagt Hales: „Die Höhe, bis zu welcher das Quecksilber in der Röhre stieg, zeigt nicht die ganze Kraft, mit welcher das Wasser aufgesaugt wird, denn während dies geschieht, sieht man die ganze Schnittfläche der Wurzel (des Stammes oder der Zweige) sich mit Luftblasen bedecken, welche aus derselben austretend einen Theil des Raumes, den das Wasser einnahm, erfüllen. Die Höhe des Quecksilbers stand deshalb nur im Verhältniß zu dem Ueberschuß des Wassers, den die Pflanze mehr einsaugte, als Luft austrat. Wäre die Menge der ausgetretenen Luft gleich gewesen der Menge des aufgesaugten Wassers, so wäre das Quecksilber gar nicht gestiegen; es ist demnach klar, daß, wenn von 12 Volum Wasser 9 Vol. eingesaugt werden, während 3 Vol. Luft in die Röhre treten, daß das Quecksilber nur um 6 Volum steigen kann."

Wenn in seinen Versuchen die Wurzel, der Stamm oder ein Zweig an irgend einer Stelle verletzt worden war durch das Abschneiden von Knospen, Wurzelfasern oder kleinerer Zweige, so verminderte sich das Auffaugungsvermögen des übrigen Theils auf eine in die Augen fallende Weise (weil von diesen Stellen aus durch Eindringen von Luft der Unterschied im Druck leichter ausgeglichen wurde); das Auffaugungsvermögen war von ganz frischen Schnittflächen aus am größten, an denen es sich aber allmälig verminderte, bis es nach Verlauf von mehreren Tagen an diesen Stellen nicht größer war, als an der unverletzten Pflanzenoberfläche.

Die Ausdünstung ist, so schließt Hales weiter, die mächtige Ursache, welche der Pflanze aus der Umgebung, worin sie lebt, Nahrung zuführt; es erfolgt Krankheit und Absterben der Pflanzen, wenn das Verhältniß der Ausdünstung und der Zufuhr in irgend einer Weise gestört und unterbrochen wird.

Wenn in heißen Sommern der Boden durch die Wurzel die Feuchtigkeit nicht ersetzen kann, welche den Tag über durch die Blätter und Oberfläche des Baumes verdunstet ist, wenn der Baum oder ein Zweig desselben austrocknet, so hört die Bewegung des Saftes an diesen Stellen auf, einmal ausgetrocknet kann durch die Capillarität allein die ursprüngliche Thätigkeit nicht wieder hergestellt werden; die Ausdünstung ist die Hauptbedingung ihres Lebens, durch sie wird eine dauernde Bewegung, ein sich stets wiederholender Wechsel in der Beschaffenheit des Saftes zu Wege gebracht.

„Vergleicht man," sagt Hales, „die Oberfläche der Wurzeln einer Pflanze mit der Oberfläche, die sich außerhalb des Bodens befindet, so sieht man sogleich, warum die Anzahl der Zweige an einem Baume, den man versetzen will, vermindert werden muß. Nehmen wir an, daß beim Umsetzen die Hälfte der Wurzeln abgeschnitten werden muß, wie dies gewöhnlich geschieht, so kann der Baum aus der Erde nur halb soviel Nahrung als vorher einsaugen; es muß die verdunstende Oberfläche außerhalb mit der einsaugenden innerhalb der Erde in Verhältniß gebracht, d. h. verkleinert werden."

Den Einfluß der unterdrückten Ausdünstung weist Hales durch die folgenden Beobachtungen an Hopfenpflanzen nach.

„Der Boden eines Morgen Landes, auf welchem 9000 Hopfenpflanzen wachsen, muß diesen Pflanzen durch die Wurzeln im Juli in 12 Tagesstunden 36,000 Unzen Wasser zuzuführen vermögen. Es ist dies die Wassermenge, die sie in dieser Zeit durch Ausdünstung verlieren und die sie nöthig haben, um sich wohl zu befinden.

„So lange die Luft günstig ist, vermindert sich die Menge Wasser, welche ausdünstet, nicht; aber in feuchtem, regnerischem Wetter, wenn es lange anhält, ohne daß trockene sonnige Tage

dazwischen liegen, wird die zu ihrem Gedeihen und zu ihrer Erhaltung nöthige Transspiration unterdrückt. Der nicht in Bewegung gesetzte Saft stockt und verdirbt, und es erzeugt sich Schimmel.

„Dieser Fall ereignete sich im Jahre 1723, während beständiger Regen fiel, welcher 10 bis 12 Tage anhielt. Dieser Regen begann nach einer viermonatlichen Dürre den 15. Juli. Die schönsten und kräftigsten Hopfenpflanzen, Blätter und Früchte waren alle vom Schimmel befallen; minder kräftige entgingen dem Uebel, weil sie kleiner waren, während die ausgedunstete Feuchtigkeit von den kräftigsten Pflanzen in ihrem dichten Blätterwerk zurückgehalten wurde.

„Dieser Regen, nach einer so langen Dürre, fand die Erde so erhitzt, daß die Kräuter ebenso schnell wie in einem Mistbeete wuchsen, und die Aepfel wuchsen so schnell, daß ihr Fleisch außerordentlich weich blieb und daß sie in größerer Quantität faulten, als seit Menschengedenken nicht geschehen war.

„Die Hopfenpflanzer wissen, daß, wenn der Schimmel sich eines Theils des Feldes einmal bemächtigt hat, derselbe sich vermehrt und nach allen Seiten hin verbreitet, selbst das Gras, sowie alles unter dem Hopfen wachsende Unkraut wird davon ergriffen, wahrscheinlich weil die kleinen Körner dieser Schimmelpflanzen, welche schnell wachsen und bald zur Reife gelangen, durch die Luft auf der ganzen Oberfläche des Feldes verbreitet werden, wo sie sich vervielfältigen und manchmal das Feld mehrere Jahre hintereinander anstecken.“

„Ich sah,“ so berichtet Hales, „im Monat Juli die Ranken in der Mitte der Hopfenfelder von einem Ende zum andern durch einen glühend heißen Sonnenstrahl ganz verbrannt, und zwar nach einem heftigen Regenguß; in solchen Augenblicken sieht man oft mit bloßen Augen und besser noch mit

Reflexionsteleskopen die Dämpfe in so großer Masse sich erheben, daß die Gegenstände dunkel und zitternd erscheinen. Auf dem ganzen Felde war keine Ader des Bodens trocken oder kiesig; man muß deshalb dieses Uebel einer Menge heißen Dampfes zuschreiben, die in der Mitte größer war als nach den Seiten hin; sie bildeten dort, wo sie häufiger waren, ein dichteres und demzufolge ein heißeres Medium, als nach den Seiten hin.

„Die Gärtner in London machen häufig ähnliche Erfahrungen, wenn sie nach kalten Nächten die Glasglocken, womit sie Blumenkohlpflanzen bedecken, am Tage nicht lüften und die Feuchtigkeit verdunsten lassen; denn wenn diese Feuchtigkeit sich durch die Sonnenhitze erheben will und durch die Glocke zurückgehalten wird, so bildet sie einen dichten, durchsichtigen Dampf, der die Pflanze verbrüht und tödtet.“

Wenn diese Beobachtungen in unsere gegenwärtige Sprache übersetzt werden, so sieht man, mit welcher Schärfe und Genauigkeit Hales den Einfluß der Verdunstung auf das Leben der Gewächse erkannt hat.

Nach ihm ist die Entwickelung und das Gedeihen der Pflanzen abhängig von der Zufuhr von Nahrung und Feuchtigkeit aus dem Boden, welche bedingt wird durch eine gewisse Temperatur und Trockenheit der Atmosphäre. Das Auffaugungsvermögen der Pflanzen, die Bewegung ihres Saftes ist abhängig von der Ausdünstung, die Menge der aufgesaugten und zu ihrer Thätigkeit nöthigen Nahrung steht im Verhältniß zu der Menge der in einer gegebenen Zeit ausgetretenen (verdunsteten) Feuchtigkeit. Wenn die Pflanze ein Maximum von Flüssigkeit in sich aufgenommen hat und durch eine niedrige Temperatur oder durch anhaltend feuchtes Wetter die Ausdünstung unterdrückt ist, so hört die Zufuhr von Nahrung, die Ernährung, auf, die

Säfte stocken und verändern sich, sie gehen jetzt in einen Zustand über, in welchem ihre Theile und Bestandtheile zu einem fruchtbaren Boden für mikroskopische Gewächse werden. Wenn nach heißen Tagen Regen fällt, und starke Hitze ohne Wind darauf folgt, und jeder Theil der Pflanze mit einer mit Feuchtigkeit gesättigten Luft umgeben ist, so hört die Abkühlung durch weitere Verdunstung auf, die Pflanzen unterliegen dem Sonnenbrande.

Anhang D.

(Zu Seite 95.)

Untersuchung von Drain-, Lysimeter-, Fluß- und Moorwasser.

1. Drainwasser.

Thomas Way fand im Drainwasser an sieben verschiedenen Feldern folgende Bestandtheile (Journ. of the royal agric. Soc. Vol. XVII, 133):

	Grains in 1 Gallon = 70000 Grains Wasser.						
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Kali	Spur	Spur	0,02	0,05	Spur	0,22	Spur
Natron . . .	1,00	2,17	2,26	0,87	1,42	1,40	3,20
Kalk	4,85	7,19	6,05	2,26	2,52	5,82	13,00
Magnesia . .	0,68	2,32	2,48	0,41	0,21	0,93	2,50
Eisenoxyd und Thonerde . .	0,40	0,05	0,10	—	1,30	0,35	0,50
Kieselsäure .	0,95	0,45	0,55	1,20	1,80	0,65	0,85
Chlor	0,70	1,10	1,27	0,81	1,26	1,21	2,62
Schwefelsäure	1,65	5,15	4,40	1,71	1,29	3,12	9,51
Phosphorsäure	Spur	0,12	Spur	Spur	0,08	0,06	0,12
Ammoniak . .	0,018	0,018	0,018	0,012	0,018	0,018	0,006

Ganz ähnliche Resultate erhielt Dr. Krocker in seinen Analysen von Drainwasser von Proskau (s. Liebig und Kopp's Jahresber. f. 1853, 742):

	Drainwasser (in 10000 Theilen):					
	a.	b.	c.	d.	e.	f.*)
Organische Substanz	0,25	0,24	0,16	0,06	0,63	0,56
Kohlensaurer Kalk	0,84	0,84	1,27	0,79	0,71	0,84
Schwefelsaurer Kalk	2,08	2,10	1,14	0,17	0,77	0,72
Salpetersaurer Kalk	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02
Kohlensaure Magnesia . . .	0,70	0,69	0,47	0,27	0,27	0,16
Kohlensaures Eisenoxydul . .	0,04	0,04	0,04	0,02	0,02	0,01
Kali	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,06
Natron	0,11	0,15	0,13	0,10	0,05	0,04
Chlornatrium	0,08	0,08	0,07	0,03	0,01	0,01
Kieselerde	0,07	0,07	0,06	0,05	0,06	0,05
Summe d. festen Bestandtheile	4,21	4,25	3,37	1,53	2,58	2,47

2. Lysimeter-Wasser.

Das Lysimeter-Wasser ist atmosphärisches Wasser, welches in geeigneten Vorrichtungen (Lysimeter) durch verschiedene Bodenarten geht und nach seinem Durchgange aufgefangen wird. (Vergl. S. 96.)

Die chemische Untersuchung erstreckte sich auf die Wasser von vier Versuchsreihen und wurde von Dr. Zöller ausgeführt.

*) a. Drainwasser von dem Boden mit dem Untergrund A. gesammelt 1. April 1853. — b. Desgleichen, gesammelt 1. Mai 1853, nach einem Regen von 218 Cubikzoll auf den Quadratfuß. — c. Drainwasser des vorhergehenden Bodens, gemischt mit dem von einem humosen Thonboden, mit kalkreichem Letten als Untergrund, im October 1853 untersucht. — d. Drainwasser von dem Boden B, im October 1853 gesammelt. — Durch die Wasserfurchen von einem schweren Thonboden e. Anfangs Juni, f. Mitte August nach starken Regengüssen abgelaufenes Wasser.

I. Versuchsreihe von 1857.

Die analysirten Wasser stammen von fünf Böden; es sind die Mengen atmosphärisches Wasser, welche vom 7. April bis 7. October 1857 durch je 1 Quadratfuß Erde von 6 Zoll Tiefe gingen. I. Von gedüngtem Kalkboden mit Vegetation (Gerste); II. von rohem Thonboden mit Vegetation; III. von rohem Thonboden ohne Vegetation; IV. von gedüngtem Thonboden ohne Vegetation; V. von gedüngtem Thonboden mit Vegetation. — Die Düngung von je I., IV. und V. geschah mit 2 Pfund Rindermist ohne Stroh.

	I.	II.	III.	IV.	V.
Durch den Boden gegangene Wassermenge . . .	9845	18575	18148	19790	12302 C.C.
Fester Rückstand derselben bei 100° C.	4,651	4,73	5,291	6,04	3,686 Grm.
Asche des festen Rückstandes	3,127	3,283	3,545	4,245	2,610 „
Kali	0,064	0,044	0,037	0,108	0,047 Grm.
Natron	0,070	0,104	0,135	0,470	0,074 „
Kalk	1,436	1,070	1,285	1,354	1,136 „
Magnesia	0,203	0,165	0,024	0,058	0,063 „
Eisenoxyd	0,013	0,119	0,150	0,114	0,053 „
Chlor	0,566	0,177	0,379	0,781	0,434 „
Phosphorsäure	0,022	Spur	Spur	Spur	Spur
Schwefelsäure	0,172	0,504	0,515	0,580	0,412 „
Kieselsäure	0,103	0,210	0,317	0,188	0,115 „
Thon und Sand	0,089	0,074	0,112	0,045	0,047 „
Summe . . .	2,738	2,467	2,954	3,698	2,381 Grm.
Ab das dem Chlor entsprechende Aeq. Sauerstoff .	0,127	0,040	0,085	0,176	0,095 „
Summe . . .	2,611	2,427	2,869	3,522	2,286 Grm.
Glühverlust u. Kohlensäure	2,040	2,303	2,422	2,518	1,400 „
Summe . . .	4,651	4,730	5,291	6,040	3,686 Grm.

1 Million Liter Wasser, durch Böden von 6 Zoll Tiefe und der beschriebenen Beschaffenheit gegangen, enthalten:

	I.	II.	III.	IV.	V.
Fester Rückstand bei 100° C. getrocknet	472,32	254,64	292,64	305,20	Grm. 291,50
Darin Asche	317,62	176,74	194,78	214,50	212,16
Kali	6,50	2,37	2,03	5,46	Grm. 3,82
Natron	7,11	5,60	7,43	23,74	6,02
Kalk	145,86	57,60	70,80	68,41	92,34
Magnesia	20,52	8,88	1,32	2,93	5,12
Eisenoxyd	1,32	6,35	8,26	5,76	4,30
Chlor	57,49	9,52	20,87	39,46	35,27
Phosphorsäure . . .	2,23	—	—	—	—
Schwefelsäure . . .	17,47	27,13	27,82	29,30	33,49
Kieselsäure (lösliche) .	10,46	11,35	17,46	9,50	9,34

II. Versuchsreihe von 1858.

Die analysirten Wasser rühren von sechs Böden her; es sind die Mengen atmosphärisches Wasser, welche vom 10. Mai bis 1. November 1858 durch je 1 Quadratfuß Erde von 12 Zoll Tiefe gingen. Der Boden war gewöhnlicher ungedüngter Alluvialkalkboden der Isarauen. Als Anbaupflanze war die Kartoffel gewählt. I. Ungedüngt und ohne Vegetation; II. ungedüngt mit Vegetation; III. Düngung: 10 Grm. Kochsalz, mit Vegetation; IV. Düngung: 10 Grm. Chilisalpeter, mit Vegetation; V. 10 Grm. Guano, mit Vegetation; VI. Düngung: 20 Grm. mit Salzsäure (?) aufgeschlossener und pulverförmig erhaltener Phosphorit, mit Vegetation.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Durch den Boden gegangene Wassermenge . .	29185	25007	28138	17466	16520	30850 C.C.
Fester Rückstand derselben bei 100° C. . .	8,985	8,214	14,198	7,681	4,864	8,001 Grm.
Asche des festen Rückstandes	6,591	6,094	12,292	5,533	3,704	6,192 „
Natron	0,250	0,245	3,290	1,255	0,301	0,233 Grm.
Kali	0,075	0,066	0,034	0,035	0,032	0,029 „
Magnesia	0,432	0,443	0,454	0,264	0,382	0,374 „
Kalk	2,416	2,467	2,356	1,792	1,378	2,645 „
Eisenoxyd	0,115	0,083	0,104	0,083	0,096	0,117 „
Chlor	0,227	0,237	3,925	0,177	0,317	0,238 „
Phosphorsäure	React.	React.	0,009	React.	0,007	0,015 „
Salpetersäure	—	—	—	3,267	—	—
Schwefelsäure	0,132	0,147	0,118	0,182	0,197	0,666 „
Kieselsäure	0,266	0,301	0,384	0,303	0,226	0,224 „
Sand	0,155	0,237	0,155	0,105	0,062	0,083 „
Summe . . .	4,068	4,226	10,829	7,463	2,998	4,644 Grm.
Ab das dem Chlor entsprechende Aeq. Sauerst.	0,051	0,053	0,884	0,039	0,071	0,053 „
Summe . . .	4,017	4,163	9,945	7,424	2,927	4,591 Grm.
Glühverlust u. Kohlensäure	4,968	4,051	4,253	0,257	1,937	3,410 „
Summe . . .	8,985	8,214	14,198	7,671	4,864	8,001 Grm.

1 Million Liter Wasser, durch Böden von 10 Zoll Tiefe und der beschriebenen Beschaffenheit gegangen, enthalten:

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Fester bei 100° C. getrockneter Rückstand	307,86	328,46	504,58	439,76	294,42	259,35 Grm.
Darin Asche . . .	225,83	243,69	436,84	374,04	224,21	200,71 "
Natron	8,56	9,79	116,92	71,85	18,22	7,55 Grm.
Kali	2,56	2,63	1,20	2,00	1,93	0,94 "
Magnesia	14,80	17,71	16,13	15,11	23,18	12,12 "
Kalk	82,78	98,65	83,73	102,59	83,41	85,73 "
Eisenoxyd	3,94	3,31	3,69	4,75	5,81	3,79 "
Chlor	7,77	9,47	139,49	10,13	19,18	7,71 "
Phosphorsäure . .	—	—	0,31	—	0,42	0,48 "
Salpetersäure . . .	—	—	—	187,04	—	—
Schwefelsäure . . .	4,52	5,87	4,19	10,42	11,09	21,59 "
Kieselsäure	9,11	12,03	13,64	17,34	13,68	7,26 "

III. Versuchsreihe von 1859.

Die analysirten Wasser stammen von sechs Böden; es sind die Mengen atmosphärisches Wasser, welche vom 20. März bis 16. November 1859 durch je 1 Quadratfuß Erde von 12 Zoll Tiefe gingen. Der Boden war gewöhnlicher ungedüngter Alluvialkalkboden der Isarauen (Gartenboden). Alle Böden waren angepflanzt mit Gras. I. Ungedüngt; II. Düngung: 17,8 Grm. salpetersaures Kali; III. Düngung: 15,4 Grm. schwefelsaures Kali; IV. Düngung: 17,8 Grm. salpetersaures Kali und 3,66 Grm. Phosphorit aufgeschlossen mit 2 Grm. Schwefelsäure; V. Düngung: 15,4 Grm. schwefelsaures Kali und 3,66 Grm. wie oben aufgeschlossener Phosphorit; VI. Düngung: 12,3 Grm. kohlensaures Kali.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Durch den Boden gegangene Wassermenge	20201	14487	20348	17491	23205	22488 C.C.
Fester Rückstand derselben bei 100° C.	4,5631	11,4272	15,1967	13,6805	20,784	5,5878 Grm.
Asche des festen Rückstandes	3,192	8,861	13,644	10,681	17,668	4,614 „
Natron	0,044	0,069	0,083	0,030	0,085	0,038 Grm.
Kali	0,024	0,166	0,205	0,231	0,244	0,112 „
Magnesia	0,253	0,302	0,296	0,285	0,320	0,117 „
Kalk	1,530	3,483	5,360	4,838	7,112	1,963 „
Eisenoxyd	0,072	0,057	0,072	0,084	0,088	0,053 „
Chlor.	0,035	0,080	0,202	0,132	0,283	0,127 „
Phosphorsäure . . .	React.	React.	React.	React.	React.	React.
Schwefelsäure . . .	0,289	0,205	6,527	2,104	9,124	1,524 „
Salpetersäure . . .	1,125	5,913	1,301	5,248	1,401	1,390 „
Kieselsäure	0,178	0,271	0,208	0,230	0,280	0,269 „
Sand	0,044	0,021	0,036	0,025	0,056	0,097 „
Summe . . .	3,594	10,567	14,290	13,207	18,993	4,690 Grm.
Ab das dem Chlor entsprechende Aequivalent Sauerstoff .	0,007	0,018	0,045	0,029	0,063	0,028 „
Summe . . .	3,587	10,549	14,245	13,178	18,930	4,662 Grm.
Glühverlust und Kohlensäure	0,9761	0,8782	0,9517	0,5025	1,854	0,9258 „
Summe . . .	4,5631	11,4372	15,1967	13,6805	20,784	5,5878 Grm.

1 Million Liter Wasser, durch Böden von 1 Fuß Tiefe und der beschriebenen Beschaffenheit gegangen, enthalten:

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	
Fester bei 100° C. getrockneter Rückstand	225,38	788,78	746,84	782,14	895,66	248,48	Grm.
Darin Asche	158,00	611,64	670,52	610,65	761,36	205,17	"
Natron	2,17	4,76	4,07	1,71	3,66	1,68	Grm.
Kali	1,18	11,45	10,07	13,20	10,51	4,98	"
Magnesia	12,52	20,84	14,54	16,29	13,79	5,20	"
Kalk	75,73	240,42	263,41	276,59	306,48	87,29	"
Eisenoxyd	3,56	3,93	3,53	4,80	3,79	2,35	"
Chlor	1,73	5,52	9,92	7,54	12,19	5,64	"
Schwefelsäure	14,30	14,15	320,76	120,29	393,19	23,30	"
Salpetersäure	55,69	408,15	63,93	300,04	60,37	61,76	"
Kieselsäure	8,81	18,70	10,32	13,14	12,06	11,96	"

IV. Versuchsreihe von 1859/1860.

Diese Versuchsreihe ist eine directe Fortsetzung der dritten. Die den Analysen dienenden Wasser gingen durch dieselben Bodenarten, durch welche schon die in der dritten Versuchsreihe erhaltenen Wasser gegangen waren. — Die IV. Versuchsreihe dauerte vom 16. November 1859 bis zum 12. April 1860.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Durch den Boden gegangene Wassermenge	13500	12332	13760	13150	15232	14850 C. C.
Fester Rückstand derselben bei 100° C.	2,424	2,205	2,860	2,640	3,172	2,691 Grm.
Asche des festen Rückstandes	2,071	1,682	2,395	2,086	2,599	2,220 "
Natron	0,021	0,024	0,028	0,022	0,028	0,019 Grm.
Kali	Spur	0,008	0,012	0,009	0,015	0,015 "
Magnesia	0,065	0,058	0,069	0,074	0,070	0,063 "
Kalk	0,770	0,859	1,016	0,938	0,952	1,057 "
Eisenoxyd	0,061	0,066	0,097	0,075	0,135	0,049 "
Chlor	0,140	0,042	0,093	0,068	0,091	0,084 "
Phosphorsäure . . .	React.	React.	React.	React.	React.	React.
Salpetersäure . . .	0,025	0,101	0,043	0,077	0,029	0,046 "
Schwefelsäure . . .	0,119	0,099	0,487	0,474	0,527	0,185 "
Kieselsäure u. Sand*)	0,170	0,144	0,118	0,153	0,123	0,136 "
Summe . . .	1,371	1,401	1,963	1,890	1,970	1,654 Grm.
Ab das dem Chlor entsprechende Aequiv. Sauerstoff .	0,024	0,009	0,020	0,015	0,020	0,018 "
Summe . . .	1,347	1,392	1,943	1,875	1,950	1,636 Grm.
Glühverlust u. Kohlensäure	1,077	0,813	0,917	0,765	1,222	0,955 "
Summe . . .	2,424	2,205	2,860	2,640	3,172	2,691 Grm.

*) Sandmenge sehr unbedeutend.

1 Million Liter Wasser, durch Böden von 10 Zoll Tiefe und der beschriebenen Beschaffenheit gegangen, enthalten:

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Fester bei 100° C. getrockneter Rückstand	179,56	178,80	207,71	200,81	208,24	181,21 Grm.
Asche desselben . .	153,47	136,39	174,07	158,69	170,62	149,49 „
Natron	1,56	1,94	2,04	1,73	1,83	1,27 Grm.
Kali	—	0,64	0,92	0,69	0,98	1,01 „
Magnesia	4,86	4,70	5,02	5,56	4,59	4,24 „
Kalk	57,04	69,49	73,87	71,39	62,50	71,17 „
Eisenoxyd	4,52	5,35	7,06	5,73	8,86	3,29 „
Chlor	10,43	3,40	6,76	5,21	5,97	5,65 „
Salpetersäure . . .	1,91	8,19	3,17	5,91	1,90	3,09 „
Schwefelsäure . . .	8,86	8,02	35,45	36,08	34,59	12,45 „
Kieselsäure (mit etwas Sand) . . .	12,60	11,67	8,60	11,65	8,01	9,15 „

Vergl. Annal. der Chem. u. Pharm. Bd. 107, S. 27; Ergebnisse landwirthsch. ꝛc. Versuche der Versuchsstation München II. Heft, S. 65 u. III. Heft S. 82.

3. Analysen von Flußwasser.

	Wittstein				H. S. Johnson					
	Wasser				Wasser					
	der Ohe		der Isar		des Regen		der Ilz		des Rachelsee	
	In 1000 Gramm	Proc. der festen Stoffe.	In 1000 Gramm	Proc. der festen Stoffe.	In 1000 Gramm	Proc. der festen Stoffe	In 1000 Gramm	Proc. der festen Stoffe	In 1000 Gramm	Proc. der festen Stoffe
Chlornatrium . . .	0,00125	0,800	0,00163	0,723	0,0025	3,07	0,0059	6,52	0,0015	2,14
Chlorkalium . . .	0,00198	1,267	0,00413	1,832	0,0058 [1])	7,13 [1])	0,0043 [1])	7,75 [1])	0,0061 [1])	8,73 [1])
Kali	0,01282	8,205	0,00569	2,524	0,0096	11,80	0,0058	6,41	0,0123	17,59
Kalk	0,00463	2,963	0,07830	34,737	0,0154	18,94	0,0092	10,17	0,0010	1,43
Magnesia	0,00165	1,056	0,01574	6,982	0,0026	3,19	0,0029	3,21	—	—
Alaunerde	0,00017	0,108	0,00030	0,133	0,0018 [2])	2,21 [2])	0,0052 [2])	3,75 [2])	0,0012 [2])	1,72 [2])
Eisenoxyd	0,00037	0,237	0,02788	12,368	0,0009	1,10	0,0027	2,97	0,0012	1,72
Schwefelsäure . . .	0,00182	1,165	0,00026	0,115	0,0020	2,46	—	—	—	—
Phosphorsäure . .	0,00525	3,360	0,00232	1,029	Spur	Spur	Spur	Spur	Spur	Spur
Kieselsäure	0,01131	7,238	0,04955	21,981	0,0072	8,90	0,0095	10,50	0,0025	3,58
Organische Substanz	0,11500	73,601	0,03962	17,576	0,0335 [3])	41,20 [3])	0,0450 [3])	49,72 [3])	0,0441 [3])	63,09 [3])
Gesammtmenge des festen Rückstandes .	0,15625	100,000	0,22542	100,00	0,0813	100,00	0,0905	100,00	0,0699	100,00
Gesammtmenge der unorganischen Bestandtheile	0,04125	—	0,18580	—	0,0478	—	0,0455	—	0,0258	—

[1]) Natron. — [2]) Unlösliche Substanz, Sand. — [3]) Organ. Materie, Kohlensäure (Johnson, Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. XCV, S. 226).

Aschen-Analysen von Pflanzen aus der Ohe und Isar.
(Dr. Wittstein.)

	Fontinalis antipyretica *)	
	aus der Ohe	aus der Isar
Chlornatrium	0,346	0,834
Kali	0,460	2,325
Natron	1,745	
Kalk	2,755	18,150
Magnesia	1,133	5,498
Alaunerde	9,272	1,616
Eisenoxyd	17,039	9,910
Manganoxyduloxyd	4,555	0,850
Schwefelsäure	1,648	2,827
Phosphorsäure	Spur	5,962
Kieselsäure	61,000	51,494
Kohlensäure	—	—
Summe . . .	99,953	99,466

*) Die große Verschiedenheit in der Zusammensetzung der Asche einer und derselben Pflanze rührt nach Herrn Prof. Dr. Nägeli weniger vielleicht von einer Verschiedenheit in dem Gehalte des Wassers, als von dem verschiedenen Alter und mehr vielleicht noch von fremden in das Moos eingenisteten Pflanzen her.

4. Moorwasser aus der Umgegend von Schleißheim.
(Dr. Wittstein.)

Die quantitative Zusammensetzung des Wassers ergab sich wie folgt:

	In 1000 Gramm	Proc. der festen Stoffe
Chlornatrium	0,00280	1,101
Kali	0,00022	0,086
Natron	0,00551	2,167
Kalk	0,05266	20,723
Magnesia	0,00921	3,627
Alaunerde	0,00029	0,114
Eisenoxyd	0,00197	0,775
Schwefelsäure	0,00372	1,466
Phosphorsäure	0,00002	0,008
Kieselsäure	0,00069	0,271
Kohlensäure	0,03943	15,595
Organische Substanz	0,13771	54,067
Gesammtmenge des festen Rückstandes	0,25423	100,000
Gesammtmenge der unorganischen Bestandtheile	0,11652	

Anhang E.

(Zu Seite 107.)

Vegetation der Landpflanzen in den wässerigen Lösungen ihrer Nährstoffe.

Bei Vegetations-Versuchen mit Landpflanzen in den wässerigen Lösungen ihrer Nährstoffe verdient das Alkalischwerden der Lösungen durch die Vegetation eine Hauptberücksichtigung, indem die Landpflanzen unfehlbar in einer alkalischen Lösung zu Grunde gehen. Es ist bei solchen Versuchen daher stets Sorge zu tragen, die Lösungen neutral (äußerst schwach alkalisch) oder schwach sauer zu erhalten. Knop erfüllte diese Bedingung, indem er seine Pflanzen öfters in frische Lösungen umsetzte, Stohmann, indem er von Anfang an die Pflanzen in schwach saure Lösungen brachte, sie später theils in frische Lösungen umsetzte, theils die alkalische Reaction durch etwas freie Säure immer wieder hinwegnahm.

Das Alkalischwerden der Lösungen durch die darin vegetirenden Pflanzen und die schädliche Wirkung einer alkalischen Lösung auf das Pflanzenwachsthum wurden von Knop und Stohmann beobachtet.

Im Nachfolgenden sind die Versuche von Knop und Stohmann: über die Vegetation der Maispflanze in wässerigen Lösungen mitgetheilt.

I. Die Versuche von Knop.

Knop legte bei den Versuchen mit Mais seine früheren Beobachtungen, welche er bei der Vegetation von Gerste und Kresse gemacht hatte, zu Grunde (siehe Chem. Centralblatt

1861. S. 564). Nach diesen bedürfen die Gramineen um zu wachsen weiter nichts, als eine Normallösung A, welche Bittersalz, Kalksalpeter und Kalisalpeter nach der Proportion

$$MgO, SO_3 + 2\,CaO, NO_5 + 2\,KO, NO_5$$

enthält, in welcher phosphorsaures Eisen aufgeschlämmt und phosphorsaures Kali nach Bedürfniß gelöst wird. Den angegebenen Mengen gemäß enthielten von der Normallösung A in Grammen:

	100 C.-C.	500 C.-C.	600 C.-C.
Salpetersäure	0,2160	1,0800	1,2960
Schwefelsäure	0,0495	0,2475	0,2970
Kalk	0,0684	0,3420	0,4104
Talkerde	0,0233	0,1165	0,1398
Kali	0,0940	0,4700	0,5640
	0,4512	2,2560	2,7072

Der Umstand, daß in der ersten Periode, um eine bessere Bewurzelung zu bedingen, mit verdünnterer Lösung gearbeitet wurde, brachte es mit sich, daß von der obengenannten Lösung in dieser Periode 600 C.-C. verbraucht wurden, in allen übrigen Perioden wurden 500 derselben abgemessen, und auf dieses letztere Quantum ist dann die Lösung von phosphorsaurem Kali noch in den angegebenen Rationen hinzugesetzt. Hierdurch erhielten die Mischungen in den fünf Perioden folgende Gesammtzusammensetzung. Das Kali, welches als KO, PO_5, und dasjenige, welches als KO, NO_5 zugesetzt wurde, sind getrennt aufgeführt und durch eine Klammer verbunden.

Periode I. 12 C.-C. Lösung von KO, PO_5 *), 600 C.-C. Normallösung A.
Periode II. 10 „ Lösung von KO, PO_5, 500 „ Normallösung A.
P. III. u. IV. 20 „ Lösung von KO, PO_5, 500 „ Normallösung A.
Periode V. 30 „ Lösung von KO, PO_5, 500 „ Normallösung A.

*) 10 C.-C. Lösung enthielten genau 1 Decigramm KO, PO_5.

In diesen Lösungen sind enthalten (in Grammen):

	Per. I.	Per. II.	Per. III. u. IV.	Per. V.
Salpetersäure	1,2960	1,0800	1,0800	1,0800
Schwefelsäure	0,2970	0,2475	0,2475	0,2475
Phosphorsäure	0,0750	0,0625	0,1250	0,1875
Kalkerde	0,4104	0,3420	0,3420	0,3420
Talkerde	0,1398	0,1165	0,1165	0,1165
Kali	0,5640	0,4700	0,4700	0,4700
	0,0490	0,0408	0,0816	0,1224
	2,8312	2,3593	2,4626	2,5659

In jeder Mischung mit Ausschluß der von Periode V. wurde dann noch 0,1 Gramm phosphorsaures Eisen aufgeschlämmt.

Was die Zeitdauer dieser Perioden anbetrifft, so sind sie zufällige, d. h. sie sind durch die schwankenden meteorologischen Zustände der Atmosphäre bedingt, aber dadurch normirt, daß jedes Mal, wenn die Pflanze ein bestimmtes Quantum, meist gerade 1 Liter, Wasser durch die Blätter verdunstet hatte, eine Periode begrenzt wurde. Zu dieser Zeit wurde der Rest der Lösungen, in welchen die Wurzeln sich befanden, behufs der Analyse abgezapft und das Gefäß mit neuer Lösung gefüllt.

Im Nachstehenden sind die Ergebnisse der Analysen mit den Hauptmomenten der ganzen Anlage des Versuchs übersichtlich zusammengestellt. Behufs der dabei aufgeführten analytischen Resultate unter A, B, C ist noch zu bemerken, daß in der ersten mit A bezeichneten Spalte jedesmal die ganzen Mengen der einzelnen Säuren und Salze aufgeführt sind, welche die Pflanze in der betreffenden Periode erhielt, die zweite Spalte B die durch Analyse der zurückgelassenen Reste der Lösung noch vorgefundenen Mengen Basen und Säuren angiebt,

und die dritte Spalte C die Differenzen A bis B enthält, d. h. die von der Pflanze aufgesogenen Quantitäten Basen und Säuren. Außerdem sind endlich die Verhältnisse der Basen zu einander und das der Talkerde zur Schwefelsäure (berechnet aus Spalte A) angegeben, die Quotienten drücken also die Verhältnisse aus, in welchen diese Stoffe den Pflanzen zu Anfang der Periode gegeben wurden. Zugleich sind darunter mit der Bezeichnung „Aufgesogen" dieselben Verhältnisse, aus Spalte C berechnet, aufgeführt, um überblicken zu lassen, in welchen Verhältnissen die Pflanze (falls sie ein quantitatives Auswählungsvermögen hatte) jene Stoffe ausgewählt hat.

Uebersicht über die der Maispflanze gegebenen und von ihr verbrauchten Nährstoffe.

I. Periode. Anfang den 12. Mai, Ende den 12. Juni. Die Pflanze hat zu Anfang 8 Grm. Lebendgewicht*); — sechs Blätter, von 264 Quadratcentimeter Flächeninhalt; — verdunstetes Wasser in der Periode = 1 Liter. — Diese Periode zerfiel in drei Abschnitte, in welchen zuerst verdünnte Lösungen der Pflanze gegeben wurden, es waren nämlich die Mischungen in

	Abschnitt I.	Abschnitt II.	Abschnitt III.
Lösung von KO, PO_5	2 C.-C.	4 C.-C.	6 C.-C.
Normallösung A	100 „	200 „	300 „
Destillirtes Wasser	198 „	96 „	— „
Summa der Flüssigkeit	300 C.-C.	300 C.-C.	306 C.-C.
Phosphorsaures Eisen	0,1 Grm.	0,1 Grm.	0,1 Grm.

Nachgegossen wurden, in dem Maße, wie die Lösungen von der Pflanze aufgesogen wurden, im

*) Die Maissamen brachte man im Monate April in ausgewaschenem Sand zum Keimen; die jungen Pflanzen hatten am 12. Mai das oben angeführte Lebendgewicht (8 Grm.); beim Trocknen gaben sie kaum mehr Trockensubstanz als der Samen hatte.

I. Abschnitte	=	80	C.=C.	destillirtes Wasser,
II. „	=	350	„	destillirtes Wasser,
III. „	=	570	„	destillirtes Wasser,
		1000	C.=C.	= 1 Liter.

Die Rückstände von jedem Abschnitte = 300 C.=C. wurden vereinigt analysirt:

	A.	B.	C.
Salpetersäure	1,2960	?	?
Schwefelsäure	0,2970	0,1240	0,1730
Phosphorsäure	0,0750	0,0000	0,0750
Kalkerde	0,4104	0,1480	0,2624
Talkerde	0,1398	0,0640	0,0758
Kali	0,6131	0,2280	0,3851
	2,8313	0,5640	0,9713

Aus der Spalte A berechnen sich die der Pflanze gegebenen Verhältnisse, so wie sie in der ersten Zeile aufgeführt sind; die in der zweiten Zeile aufgeführten sind aus Spalte C berechnet:

gegeben: $\frac{CaO}{MgO} = 2{,}9; \quad \frac{KO}{CaO} = 1{,}5; \quad \frac{SO_3}{MgO} = 2{,}1,$

aufgesogen: $\frac{CaO}{MgO} = 3{,}4; \quad \frac{KO}{CaO} = 1{,}5; \quad \frac{SO_3}{MgO} = 2{,}2.$

II. Periode. Anfang den 12. Juli, Ende den 20. Juli. Lebendgewicht der Pflanze zu Anfang = 65 Grm.; — neun Blätter von 648 Quadratcentimeter Fläche; — 1 Liter Wasser verdunstet; — die Pflanze erhält 0,1 Grm. phosphorsaures Eisen, das auf die Wurzeln aufgeschlämmt wird, die Wurzeln färben sich rostgelb.

	A.	B.	C.
Salpetersäure	1,0800	?	?
Schwefelsäure	0,2475	0,1704	0,0771
Phosphorsäure	0,0625	0,0000	0,0625
Kalkerde	0,3420	0,1912	0,1508
Talkerde	0,1165	0,0860	0,0305
Kali	0,5110	0,3120	0,1990
	2,3595	0,7596	0,5199

Verhältnisse von Basen und Säuren zu einander:

gegeben: $\frac{CaO}{MgO} = 2,9; \quad \frac{KO}{CaO} = 1,5; \quad \frac{SO_3}{MgO} = 2,1.$

aufgesogen: $\frac{CaO}{MgO} = 5,0; \quad \frac{KO}{CaO} = 1,3; \quad \frac{SO_3}{MgO} = 2,5.$

III. Periode. Anfang den 20. Juli, Ende den 27. Juli. Die Pflanze hat zu Anfang der Periode 73 Grammen Lebendgewicht; — elf Blätter von 720 Quadratcentimeter Flächeninhalt; — 1 Liter Wasser verdunstet; — zur Lösung hat sie 0,1 Grm. phosphorsaures Eisen erhalten; sie ist stark bewurzelt. Diese Periode ist dadurch von der vorigen verschieden, daß die doppelte Menge KO, PO_5 gegeben wurde.

	A.	B.	C.
Salpetersäure	1,0800	?	?
Schwefelsäure	0,2475	0,1716	0,0759
Phosphorsäure	0,1250	0,0000	0,1250
Kalkerde	0,3420	0,1440	0,1980
Talkerde	0,1165	0,0860	0,0305
Kali	0,5518	0,2160	0,3358
	2,4628	0,6176	0,7652

Verhältniß zwischen Basen und Säuren unter einander:

gegeben: $\frac{CaO}{MgO} = 2{,}9$; $\frac{KO}{CaO} = 1{,}5$; $\frac{SO_3}{MgO} = 2{,}1$;

aufgesogen: $\frac{CaO}{MgO} = 6{,}1$; $\frac{KO}{CaO} = 1{,}7$; $\frac{SO_3}{MgO} = 2{,}4$.

IV. Periode. Anfang den 27. Juli, Ende den 1. August. Die Pflanze hat zu Anfang 147 Grm. Lebendgewicht; — elf Blätter von 1160 Quadratcentimeter Fläche; — 1 Liter Wasser verdunstet; zur Lösung noch 0,1 Grm. phosphorsaures Eisen erhalten; — die Wurzeln färben sich deutlicher rostgelb. Die Pflanze erhält nochmals doppelt so viel phosphorsaures Kali, als in der zweiten Periode.

	A.	B.	C.
Salpetersäure	1,0800	?	?
Schwefelsäure	0,2475	0,1374	0,1101
Phosphorsäure	0,1250	0,0000	0,1250
Kalkerde	0,3420	0,1188	0,2232
Talkerde	0,1165	0,0719	0,0446
Kali	0,5518	0,1296	0,4222
	2,4628	0,4617	0,9211

Verhältnisse zwischen Basen und Säuren unter einander:

gegeben: $\frac{CaO}{MgO} = 2{,}9$; $\frac{KO}{CaO} = 1{,}6$; $\frac{SO_3}{MgO} = 2{,}1$;

aufgesogen: $\frac{CaO}{MgO} = 5{,}0$; $\frac{KO}{CaO} = 1{,}8$; $\frac{SO_3}{MgO} = 2{,}3$.

Um bestimmen zu können wie weit die Natur bei diesen künstlichen Culturen zu erreichen sei, wurde Mitte Mai derselbe Mais auch im Garten angepflanzt. Die Gartenpflanzen waren so ziemlich gleichen atmosphärischen Verhältnissen ausgesetzt wie die Versuchspflanze. Am 1. August wog eine Gartenpflanze von genau derselben Entwickelungsperiode wie die Ver-

suchspflanze, mit ebenfalls funfzehn Blättern und oben sichtbarer männlicher Blüthe 1260 Grm., also das siebenfache der künstlich ernährten Maispflanze. Der Stamm der Gartenpflanze hatte vom untersten Knoten bis zu der aus der Scheide tretenden Blüthenspitze eine Höhe von 150 Centimeter, war also dreimal so hoch als die Versuchspflanze.

V. Periode. Anfang am 1. August, Ende am 10. August. Lebendgewicht zu Anfang = 173 Grm.; — der Stamm ist 52 Centimeter hoch; — in der Mitte der Periode hat die Pflanze funfzehn große und schön grüne Blätter von 1420 Quadratcentimeter Flächeninhalt. — In dieser Periode verdunstete die doppelte Menge Wasser (2 Liter) und da die älteren Wurzeln deutlich rostgelb waren, erhielt die Pflanze kein phosphorsaures Eisen mehr, aber die dreifache Menge phosphorsaures Kali von der in der zweiten Periode.

Am 6. und 7. August ragt die männliche Blüthe, aus sieben einzelnen Aehren bestehend, aus den Blattscheiden ganz hervor, bei 70 Centimeter Höhe des starken Stammes. Am 7. August erscheint eine vollkommene weibliche Blüthe. Am 9. beginnen die Antheren zu stäuben.

	A.	B.	C.
Salpetersäure	1,0800	?	?
Schwefelsäure	0,2475	0,1640	0,0835
Phosphorsäure	0,1875	0,0020	0,1855
Kalkerde	0,3420	0,1236	0,2184
Talkerde	0,1165	0,0790	0,0370
Kali	0,5927	0,1894	0,4033
	2,5662	0,5580	0,9277

Verhältnisse zwischen Basen und Säuren unter einander:

gegeben: $\frac{CaO}{MgO} = 2{,}9$; $\frac{KO}{CaO} = 1{,}7$; $\frac{SO_3}{MgO} = 2{,}1$;

aufgesogen: $\frac{CaO}{MgO} = 5{,}9$; $\frac{KO}{CaO} = 1{,}8$; $\frac{SO_3}{MgO} = 2{,}3$.

Da die Pflanze in dieser Periode blühte und frühere Versuche gezeigt hatten, daß zur Blüthezeit ausgegrabene Maispflanzen in bloßem Brunnenwasser noch reife Samen brachten; desgleichen durch Zusammenaddiren der Salzmengen, welche die Pflanze in den einzelnen Perioden im Verhältniß zu ihrer Zunahme an Lebendgewicht in den ersten vier Perioden aufgenommen hatte, sich zeigte, daß sie reichlich so viel Salze enthalten mußte, wie die normale Pflanze im Felde aufnimmt, — setzte man sie von nun an nur mehr in destillirtes Wasser.

VI. Periode. Anfang den 10. August, Ende den 16. August. Lebendgewicht zu Anfang 255 Grm.; — funfzehn nun vollkommen entwickelte Blätter von 2640 Quadratcentimeter Flächeninhalt; — 2 Liter Wasser verdunstet.

Am 10. August stäuben die Antheren fast vollkommen aus. Der Stamm streckt sich schnell und ist am 12., vom Kork an bis zur Blüthenspitze gemessen, 1 Meter hoch. Am 13. erscheint eine zweite weibliche Blüthe, die in Papier eingewickelt wurde, damit sie nicht bestäubt werden konnte. Am 16. August ist die Pflanze 1,1 Meter hoch und später wuchs sie nicht mehr. Der befruchtete Kolben ist am 16. August bereits 2 Decimeter lang und hat unten 4 Centimeter Durchmesser.

Am 16. August zog man das Wasser ab, darin fanden sich

wieder:	nicht wieder:
0,016 Grm. Kali,	Schwefelsäure (zweifelhafte Trübung mit Chlorbarium),
0,008 „ Kalk,	Talkerde,
0,001 „ Phosphorsäure.	Eisen und Kieselsäure.

Aus dem Umstande, daß in dieser Lösung keine Kieselsäure enthalten war, ergiebt sich, daß das Glasgefäß im Laufe von einer bis zwei Wochen so gut wie Nichts durch Verwittern an die Lösungen abgiebt.

VII. Periode. Anfang den 16. August, Ende den 4. September.

Die Pflanze hat	am 16.	August	280	Grm.	Lebendgewicht,
Morgens 9 Uhr	am 22.	„	316	„	„
Abends 9 Uhr	am 22.	„	320	„	„
„ „	am 28.	„	330	„	„
„ „	am 1.	Septbr.	327	„	„
„ „	am 4.	„	317	„	„

vom 1. September an ging das Gewicht zurück, indem die Blätter trockneten, und es wurde fernerhin, da diese Abnahmen zufällige sind, nicht weiter gewogen.

Die Blätter schrumpfen ein. Die Pflanze hat in der Periode $3^1/_2$ Liter Wasser verdunstet. Sie ist in dieser Periode, um sicherer zu ermitteln, was für Salze durch Endosmose in das Wasser zurückgingen, in ein Gefäß von 1,5 Liter Inhalt gestellt, man hat das Wasser durch tägliches Nachgießen auf demselben Niveau erhalten und zum Schlusse nur so weit aufsaugen lassen, daß 1 Liter Rückstand blieb. In diesem Liter Wasser wurde wiedergefunden:

0,031 als kohlensaurer Kalk in der Lösung vorhanden gewesener Kalk,

0,007 als kohlensaure Talkerde in der Lösung vorhanden gewesene Talkerde,

welche Mengen beider Salze mit einander in der Schale, nach dem Abdunsten des Wassers, ungelöst zurückbleiben, wenn der eingetrocknete Rückstand mit Wasser ausgezogen wird.

In dem Wasser, womit der Rückstand in der Schale ausgezogen wurde, fanden sich gelöst folgende Stoffe:

0,020	Kalkerde,	nebst einer organischen Materie, welche die Kupferoxydkalilösung reducirte *).
0,0006	Phosphorsäure,	
0,0034	Kali,	

In dieser letzten Lösung fand sich keine Spur Eisen, Schwefelsäure und Talkerde.

Wie die vorstehenden Analysen erweisen, muß die ernährende Lösung für die Gramineen nach der Proportion:

$$MgO, SO_3 + 4\,CaO, NO_5 + 4\,KO, NO_5 + x\,KO, PO_5$$

zusammengesetzt sein.

(Man vergleiche: Chemisches Centralblatt 1861. S. 465, 564 u. 945.)

II. Die Versuche von Stohmann.

Die unabhängig angestellten Versuche Stohmann's stimmen in ihren Hauptresultaten mit denjenigen von Knop überein. Nach diesen Versuchen wächst die Maispflanze und erreicht ihre Ausbildung, wenn Anfangs Mai der in Wasser gekeimte Maissamen, nachdem er Wurzeln getrieben, in eine Lösung gesetzt wird, welche die Nährstoffe der Maispflanze im Verhältnisse enthält, wie sie die Aschenanalyse nachweist, welcher ferner noch so viel salpetersaures Ammoniak zugefügt ist, daß auf je 1 Theil Phosphorsäure der Lösung 2 Theile Stickstoff kommen und die endlich mit destillirtem Wasser bis zu einer Concentration von 3 pro Mille verdünnt ist. Hierbei müssen die Pflan-

*) In allen Perioden schieden die Pflanzen organische Substanzen aus; in den letzten Perioden jedoch am meisten.

zen an einem sonnigen Orte wachsen, das durch die Blätter verdunstete Wasser täglich durch destillirtes Wasser ersetzt und die Lösung auf ihre Reaction geprüft werden. Die Lösung muß nämlich immer schwach sauer reagiren und diese Reaction durch zeitweiligen Zusatz einiger Tropfen Phosphorsäure erhalten bleiben. Werden diese Bedingungen erfüllt, so bekömmt man, ohne daß es nothwendig wäre eine künstliche Kohlensäurequelle zu eröffnen, bloß unter Mitwirkung der atmosphärischen Kohlensäure völlig ausgebildete Pflanzen, unter günstigen Umständen von 7 Fuß Höhe*).

Die Stohmann'schen Versuche erstreckten sich weiter auf den Einfluß, welchen die Entziehung eines Nährstoffes auf die Entwickelung der Maispflanzen übte, und hier differiren seine Resultate mit denen von Knop. Während in den Versuchen Knop's die Maispflanze sich vollständig entwickelte ohne Kieselsäure, Natron und Ammoniak, gab Stohmann in allen seinen Versuchen Kieselsäure und fand außerdem, daß die Pflanzen bei völliger Entziehung von Ammoniak und selbst Natron sich nicht gehörig entwickelten.

Entzog Stohmann den Pflanzen das Ammoniak vollständig und gab statt dessen Salpetersäure, so entwickelten sich die Pflanzen in den ersten 10 bis 12 Tagen ganz gut, dann aber wurden die Pflanzen hellgelblich grün und die Vegetation war eine äußerst langsame.

Wurde den Pflanzen nach einmonatlicher Vegetation etwas Ammoniak zugefügt (salpetersaures oder auch essigsaures), so starben sie sehr rasch. Ohne solchen Zusatz dauerte die bleichsüch-

---

*) Nach Knop scheiden die in wässeriger Lösung vegetirenden Maispflanzen noch fortwährend Kohlensäure durch ihre Wurzeln aus.

tige Vegetation fort, sie starb nicht, und doch kann man auch nicht sagen, daß sie lebte*).

Bei dem Vegetationsversuche, wobei das Natron fehlte, ergab sich, daß die Maispflanze dasselbe im Anfange entbehren kann, aber bei seinem völligen Ausschlusse sehr bald zurückbleibt.

Der salpetersaure Kalk der Normallösung wurde in einem anderen Versuche durch das gleiche Aequivalent salpetersaurer Magnesia ersetzt. Das Wachsthum der Maispflanze blieb nach kurzer Zeit sehr zurück, nur wenige kleine, magere Blättchen entwickelten sich. Durch Zusatz von etwas salpetersaurem Kalk zur vegetirenden Pflanze wurde jedoch die merkwürdigste Veränderung hervorgerufen. Schon nach fünf Stunden erwachte die fast vier Wochen stationär gebliebene Vegetation und ihre weitere Fortentwickelung geschah auf das Beste. — Eine Pflanze ohne den nachherigen Zusatz von salpetersaurem Kalk blieb stationär; von einem Wachsthume war keine Rede. Die Maispflanze bedarf also bei Beginn ihres Wachsthumes sogleich des Kalkes.

In dem Versuche, wobei die Magnesia durch salpetersauren Kalk ersetzt war, gestaltete sich der Versuch wie bei dem Fehlen des Kalkes. Hier war die Vegetation gleichfalls eine äußerst dürftige; der Einfluß zugesetzter Magnesia, in Form des salpetersauren Salzes, übte auch hier die günstigsten Wirkungen, nur traten sie nicht so rasch ein wie beim Kalk.

Auch bei vollkommen entzogener Salpetersäure entwickelte sich die Maispflanze nicht. Freilich waren bei diesem Versuche theilweise die Alkalien sowie die alkalischen Erden als schwefelsaure Salze und Chlorverbindungen gegeben; Chlor und Schwefelsäure finden aber nur bis zu einem gewissen Grade

---

*) Man vergl. Knop: Chem. Centralbl. 1862, S. 257.

Verwendung im pflanzlichen Organismus. Dasselbe gilt vom Versuche: ohne Stickstoff.

Beim Fehlen eines Nährstoffes gelangen also nach diesen Versuchen die Pflanzen nicht zur Entwickelung, und von einer vollständigen Vertretung eines Nährstoffes durch einen andern ähnlichen kann daher nicht die Rede sein. Ein anderes dürfte es jedoch mit der gegenseitigen theilweisen Vertretung ähnlicher Nährstoffe sein und Stohmann wird auch diese Frage in Angriff nehmen.

Die Form, in welcher die Nährstoffe gegeben wurden, war die folgende*):

Die Kieselsäure wurde immer als kieselsaures Kali gegeben. Das noch fehlende Kali als Salpeter. Bei der Versuchsreihe (3.), welche ohne Salpetersäure ausgeführt werden sollte, wurde statt dessen schwefelsaures Kali angewandt.

Die Phosphorsäure als phosphorsaures Natron $2\,NaO\,.\,HO\,.\,PO_5 + 24\,HO$; in der 5. Versuchsreihe, bei der das Natron ausgeschlossen wurde, als Kalisalz $2\,KO\,.\,HO\,.\,PO_5$, von dem eine concentrirte Lösung von bestimmtem Gehalt an Kali und Phosphorsäure dargestellt wurde. Da das phosphorsaure Natron mehr Natron enthält, als für die Zusammensetzung der Asche erforderlich ist, so war in den Flüssigkeiten für die Versuchsreihen 1 bis 7 ein Ueberschuß dieser Base, später wurde entsprechend weniger phosphorsaures Natron, dafür mehr Kalisalz angewandt.

Die Schwefelsäure als schwefelsaure Magnesia, mit Aus-

*) Um alle Stoffe in Lösung zu bringen und die alkalische Reaction aufzuheben, wurde nach der gehörigen Verdünnung mit Wasser tropfenweise soviel verdünnte Salzsäure, später Phosphorsäure zugesetzt, bis ein gutes Lackmuspapier gerade schwach geröthet wurde.

nahme von 7., wo schwefelsaures Ammoniak gegeben wurde. Die fehlende Magnesia wurde in Form von salpetersaurer Magnesia hinzugefügt.

Das Eisenoxyd in Form von reinem, sublimirtem Chlorid.

Der Kalk als salpetersaures Salz, bei 3. als Chlorcalcium.

Das Ammoniak als salpetersaures, schwefelsaures Salz oder als Salmiak.

Es war nun nicht zu vermeiden, daß von dem einen oder dem anderen Stoffe nicht ein größerer oder geringerer Ueberschuß angewandt wurde. Namentlich gilt dieses vom Natron und vom Chlor. Wie weit diese Abweichungen gingen zeigt folgende Tabelle:

Versuchsreihen.

	Beabsichtigte Zusammensetzung	1. Normal	2. Ohne Ammoniak	3. Ohne Salpetersäure	4. Ohne Stickstoff	5. Ohne Natron	6. Ohne Kalk	7. Ohne Magnesia
Kali	35,9	35,9	52,0	35,9	35,9	35,9	35,9	35,9
Natron	1,0	8,0	8,0	8,0	8,0	—	1,0	1,0
Kalk	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	—	19,2
Magnesia	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	13,7	—
Eisenoxyd	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
Schwefelsäure	5,2	5,2	5,2	26,9	26,9	5,2	5,2	5,2
Chlor	1,3	19,7	3,1	66,5	16,8	3,1	3,1	3,1
Phosphorsäure	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1
Kieselsäure	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5
Stickstoff	18,2	18,2	18,2	18,2	—	18,2	18,2	18,2

Versuchs-reihe	Pflanze	Pflanzentheil	Trocken-substanz Grm.	Aschengehalt Grm.	Aschengehalt Proc.	Organische Substanz Grm.	Verhältniß des Samengewichts zum Erntegewicht nach Abzug der Asche
Pflanze aus	dem Garten	Wurzeln	10,36				
		Stamm	52,39	15,24	11,4	—	—
		Blätter	42,39				
		Kolbenblätter . .	28,51				
		Körner	190,14	3,42	1,8	—	—
		3 Kolben	22,66	0,54	2,4	—	—
		Ganze Pflanze . .	346,45	19,20	5,5	327,25	1 : 3147
I.	A	Wurzeln	3,92				
		Stamm	9,67	3,97	13,1	—	—
		Blätter	11,79				
		Kolbenblätter . .	4,91				
		Kolben u. Körner	34,09	0,82	2,4	—	—
		Ganze Pflanze . .	64,38	4,79	7,5	59,59	1 : 573
	B	Stroh	27,36	4,35	15,9	—	—
		Kolben	4,24	0,14	3,4	—	—
		Körner	24,57	0,56	2,3	—	—
		Ganze Pflanze . .	56,17	5,05	8,9	51,12	1 : 491
	C	" " . .	55,52	5,94	10,7	49,58	1 : 477
	D	" " . .	62,44	6,49	10,4	55,95	1 : 538
II.	A — C	" " . .	1,19	—	—	—	—
	D	" " . .	2,39	0,54	22,8	1,85	1 : 18
III.	A. B	" " . .	0,204	—	—	—	—
IV.	A	Wurzeln	0,45	0,10	22,8	—	—
		Stamm u. Blätter	1,03	0,17	16,7	—	—
		Ganze Pflanze . .	1,48	0,27	18,2	1,21	1 : 12
	C	" " . .	10,90	0,92	8,5	9,98	1 : 96
	D	" " . .	39,48	5,57	14,1	33,91	1 : 326
V.	A	" " . .	49,63	5,21	10,5	44,42	1 : 427
	B	" " . .	32,31	3,36	10,4	28,95	1 : 278
VI.	A	" " . .	0,30	—	—	—	—
	B	" " . .	84,30	8,22	9,75	76,08	1 : 731
VII.	A	" " . .	0,82	0,18	21,4	0,64	1 : 6
	B. C	" " . .	6,01	0,82	13,7	5,19	1 : 50

Bemerkungen zur Uebersicht der Erntegewichte.

I. Pflanzen A, B, C und D vegetirten in Normallösungen. Die Pflanzen A und B wurden am 1. Juli in die Lösung eingesetzt, und die Pflanze A am 10. September völlig ausgereift geerntet. Ihre Höhe betrug vom Wurzelansatz bis zur Spitze 202 Centimeter. Die Pflanze aus dem Gartenboden, mit welcher sie verglichen wurde, war von mittlerer Größe. — Die Pflanze B, am 27. September geerntet, war völlig ausgebildet und hatte eine Höhe von 127 Centimeter. — Die Pflanzen C und D wurden am 10. Juni in Normallösung eingesetzt; sie erreichten ihre völlige Ausbildung nicht mehr; beide wurden am 28. October geerntet.

II. Beginn des Versuches in Lösungen ohne Ammoniak am 10. Juni. A und B erhielten am 12. Juli einen Zusatz von 0,2 Grm. salpetersaurem Ammoniak; am 23. Juli wurden sie in eine frische Lösung unter Zusatz von 0,2 Grm. essigsaurem Ammoniak gesetzt; beide Pflanzen starben am 31. Juli ab. — Die Pflanzen C und D bekamen am 4. August Normallösung, die mit Phosphorsäure neutralisirt war. — C starb am 9. August; D erholte sich etwas, blieb aber bis zur Ernte am 27. September kümmerlich.

III. Versuchsreihe ohne Salpetersäure. Beginn am 10. Juni. Rasches Ende der Pflanzen; am 1. Juli waren A und B schon zu Grunde gegangen.

IV. Versuchsreihe ohne Stickstoff. Beginn am 10. Juni. In der ersten Woche prächtiges Wachsthum, aber schon in der zweiten Stillstand. A lebte bis zur Ernte am 27. September; Höhe 15 Centimeter, Länge der Wurzeln 82 Centimeter. — Die Pflanzen C und D bekamen am 11. Juli jede 0,2 Grm. salpetersaures Ammoniak, am 17. Juli nochmals dieselbe Menge.

Der Einfluß dieser Salze war rasch bemerkbar. Am 4. August bekamen C und D Normallösung. Ernte der Pflanze D am 27. September, Höhe 75 Centimeter. Die Pflanze D war am 15. November (Ernte) noch völlig gesund, ihre Höhe betrug 120 Centimeter.

V. Versuchsreihe ohne Natron. Beginn den 10. Juni. Die anfängliche Vegetation sehr üppig, Ende Juli blieben jedoch die Pflanzen zurück. Am 4. August erhielten die Pflanzen Normallösung; zwei starben, hingegen entwickelten sich A und B weiter. Ernte der Pflanze A am 30. October, von B an demselben Tag. Höhe von A 205 Centimeter; B verkrüppelt.

VI. Versuchsreihe ohne Kalk. Beginn den 10. Juni. Pflanze A hatte den 17. Juli eine Höhe von 2 Centimeter erreicht; ihr Wachsthum machte keine Fortschritte. B erhielt am 1. Juli 0,1 Grm. Kalk als salpetersaures Salz und am 4. August Normallösung. Kräftiges Wachsthum; sie hatte am 15. November vier Stämme von resp. 107, 95, 75, 70 Centimeter Höhe, diese mit Blättern besetzt und mit acht stark entwickelten Kolben.

VII. Versuchsreihe ohne Magnesia. Beginn den 10. Juni. — Verhielten sich wie in der VI. Versuchsreihe. A geerntet als kein Fortschritt in der Vegetation sich bemerkbar machte. B und C erhielten am 17. Juli 0,1 Grm. Magnesia und am 4. August Normallösung. Ernte am 27. September. Höhe von B = 23 Centimeter; von C = 42 Centimeter. Beide hatten männliche Blüthen, die aber keinen Samenstaub bildeten, während weibliche Blüthen nicht vorhanden waren.

Stohmann schließt aus seinen Versuchen — gestützt auf den Vergleich seiner Versuchspflanzen mit solchen, die im Boden gewachsen waren, und zwar sowohl bezüglich des Erntegewichtes als auch des Aschengehaltes aus der Aschenzusammensetzung —, daß man zwar im Stande sei, eine Maispflanze in eine Wasser-

pflanze zu verwandeln, daß aber die Maispflanze nicht normal in wässerigen Lösungen ihrer Nährstoffe zu wachsen vermöge. Außerdem ergebe sich auch mit Bestimmtheit aus den Versuchen, daß der Boden eine bestimmte Rolle bei der Pflanzenernährung spiele — Absorption der Alkalien — und daß die Pflanzen bei der Aufnahme der Nährstoffe selbstthätig mitwirken müßten.

(Man vergleiche: Henneberg's Journal für Landwirthschaft 1862, S. 1, und Annal. der Chemie und Pharmacie Bd. CXXI, S. 285.)

Anhang F.

(Zu Seite 111.)

Vegetationsversuche mit Bohnen in gepulvertem Torf.

Zur Vervollständigung der Seite 111 beschriebenen Vegetationsversuche sind im Nachstehenden die Resultate der Gesammternte noch gegeben.

Trockensubstanz der Bohnenpflanzen in Grammen.

	1. Topf ¹/₁ gesättigt	2. Topf ¹/₂ gesättigt	3. Topf ¹/₄ gesättigt	4. Topf roher Torf
Samen	93,240	66,127	50,463	7,069
Schoten	25,948	18,393	13,658	2,631
Blätter	19,420	15,797	12,477	1,979
Stengel	26,007	20,107	15,710	5,676
Wurzel	58,399	36,368	25,411	3,063
Gesammtgewicht	223,014	156,792	117,719	20,418

Diese Zahlen bestätigen vollkommen die allein aus den Samengewichten gezogenen Schlußfolgerungen. Die Gewichte der Gesammternte verhalten sich, das des rohen Torfes als Einheit gesetzt, zu diesem wie:

$$1 : 5,7 : 7,7 : 10,9;$$

oder setzt man das Erntegewicht im $^1/_4$ gesättigten Torf zu 2 und vergleicht damit das im $^1/_2$ und $^1/_1$ gesättigten Torfe erhaltene, so ergeben sich die Verhältnisse:

2 : 2,7 : 3,8.

Wird das Erntegewicht, welches der eine Torf für sich lieferte, von den anderen Erträgen abgezogen und das Gewicht der Ernte im $^1/_4$ gesättigten Torfe zu 2 gesetzt, so verhalten sich dazu die Erträge im $^1/_2$ und $^1/_1$ gesättigten Torfe, wie

2 : 2,8 : 4,2.

Anhang G.

(Zu Seite 249.)

Aus dem Bericht an den Minister für die landwirthschaftlichen Angelegenheiten in Berlin über die japanische Landwirthschaft.

Von Dr. H. Maron,

(Mitglied der preußischen ost-asiatischen Expedition).

1. Abschnitt.

Boden und Düngung.

Das japanische Inselreich erstreckt sich zwischen dem 30. und 45. Grade nördlicher Breite und hat seinem Wärmedurchschnitte und seiner Wärmevertheilung nach ein Klima, welches alle Abstufungen zwischen dem des mittleren Deutschlands und Oberitaliens in sich schließt. Eine vereinsamte, nicht recht zur Entwickelung gekommene tropische Palme steht friedlich neben der nordischen Kiefer, der Reis und die Baumwollenstaude neben dem Buchweizen und der Gerste. Ueberall auf den Hügelketten, welche wie ein unregelmäßiges feinmaschiges Netz das ganze Land überziehen, dominirt die Kiefer und drückt der Landschaft jenen heimathlich nordischen Charakter auf, der dem reisenden Nordländer, wenn er aus der Gluth und Ueberfülle der Tropenwelt an diese Gestade kommt, so wohlthuend ins Auge fällt. Im Thale dagegen dominirt der tiefe Süden durch Reis, Baumwolle, Yams und Bataten. Die

Uebergänge von der Kiefer zur Baumwolle, von der Höhe zum Thal werden durch Hunderte von Fußpfaden und schmalen Hohlwegen reizvoll vermittelt; in buntem Gemisch umgeben uns Lorbeern, Myrten, Cypressen, Thuyen und vor Allem die fettglänzende Camelie.

Das Land ist vulkanischen Ursprunges und seine ganze Oberfläche gehört dem Tuff und dem Diluvium an; alle Höhenzüge bestehen aus einem braunen, ungemein feinen, doch nicht allzufetten Thon; die Erde der Thäler dagegen ist mit geringen Modificationen durchgängig eine schwarze, lockere und tiefe Gartenerde, die ich gelegentlich bei Abgrabungen auf 12 bis 15 Fuß Tiefe in gleicher, wenn auch etwas festerer Qualität verfolgen konnte. Darunter liegt wahrscheinlich eine undurchlassende Thonschicht; und wie die Thonschichten der Berge bei dem starken und häufigen Regenfall zahlreiche Quellen erzeugen, die überall zur Hand sind und ohne große Kunst und Mühe zur Bewässerung verwendet werden können, so gestattet die Undurchlässigkeit des Thalbodens ihn beliebig in einen Sumpf zu verwandeln, den z. B. der Reis verlangt.

Wie man nun auch geneigt sein mag, die Frage bei sich zu entscheiden, ob der gegenwärtige Reichthum des Bodens lediglich ein künstliches Product einer mehrtausendjährigen Cultur sei, oder ob dieser Reichthum ursprünglich da war und dem Volke die Arbeit im Boden lieb und werth gemacht hat, so muß doch so viel zugestanden werden, daß in dem Thongehalt der Abschwemmungen, in einem milden Klima und in einem Reichthum von Wasser alle Bedingungen und die bequemsten Mittel zu einer hohen Cultur gegeben waren.

Ein arbeitsames, geschicktes und nüchternes Volk hat alle diese Mittel sorgsam und verständig benutzt und den Betrieb der Landwirthschaft zu einer wahrhaft nationalen Arbeit ge-

macht. Dies Volk hat es verstanden, die Landwirthschaft auf der höchsten Stufe ihrer Vollkommenheit zu erhalten, obgleich der Betrieb derselben nur in der Hand von Bauern und kleinen Leuten liegt, der Ackerbauer persönlich erst in der 6. und zwar vorletzten Classe der gesellschaftlichen Rangordnung steht, und kein japanischer Gentleman Landwirth ist. Anstalten zu seiner Ausbildung sind nicht vorhanden; keine landwirthschaftlichen Vereine, keine Akademien, keine periodische Presse vermitteln irgend einen Luxus des Wissens. Der Sohn lernt einfach vom Vater, und da der Vater genau eben so viel weiß, als Großvater und Urgroßvater wußten, und da er es genau eben so macht wie irgend ein Landwirth auf der anderen Seite des Reiches, so ist es gleichgültig, bei wem und wo er seine Studien macht. Eine gewisse kleine Summe von Wissen, die sich seit Urzeiten so bewährt hat, daß sie als positives Wissen betrachtet werden muß, kann dem Schüler in keinem Falle entgehen und bildet gleichsam ein unveräußerliches Erb-Wissen.

Ich muß bekennen, daß mich in manchen Augenblicken ein Gefühl tiefer Beschämung ergriff, wenn ich gegenüber diesem einfachen Wissen und der sicheren und streitlosen Anwendung desselben auf die Praxis heimwärts gedachte. Wir nennen uns ein Culturvolk, ein gebildetes Volk; höchste Intelligenzen sind dem Ackerbau zugewendet; überall erstreben Vereine, Akademien, chemische Laboratorien und Versuchswirthschaften eine Erweiterung und Verbreitung des Wissens. Und doch, wie wunderbar, daß wir daheim trotz alledem noch über die ersten und einfachsten wissenschaftlichen Grundlagen des Ackerbaues in heftiger, oft erbitterter Fehde liegen und daß aufrichtige Forscher bekennen müssen, die Summe ihres positiven, unantastbaren Wissens sei noch unendlich klein; wie selt-

sam ferner, daß diese geringe Summe positiven Wissens noch so unvermittelt mit der großen Praxis steht.

Unter den großen Fragen, welche bei uns noch brennende, hier aber im Laboratorium einer tausendjährigen Erfahrung längst entschieden sind, muß ich zuerst als der wichtigsten der Düngungsfrage gedenken. Nichts kann vor allen Dingen für den rationell gebildeten Landwirth der alten Welt, der sich unwillkürlich gewöhnt hat, England mit seinen Wiesen, seinem enormen Futterbau und seinen Mastviehheerden und trotz alledem mit seinem starken Verbrauch von Guano, Knochenmehl und Rapskuchen als das Ideal und den einzig möglichen Typus wirklich rationeller Wirthschaft zu betrachten, — nichts kann ihm überraschender sein, als ein Land in noch weit höherer Cultur zu sehen, — ohne Wiesen, ohne Futterbau, ohne ein einziges Stück Vieh (weder Nutz- noch Zugthier) und ohne die geringste Zufuhr von Guano, Knochenmehl, Salpeter oder Rapskuchen. Das ist Japan.

Ich kann mich eines Lächelns nicht erwehren, wenn ich mich erinnere, wie auf meiner Durchreise durch England einer der Koryphäen der dortigen Landwirthschaft in Hinweis auf seinen reichen Viehstapel mit kathedermäßiger Haltung die folgenden Sätze so ernst und strict als möglich meinem Gedächtnisse als das geheimnißvolle non plus ultra der Weisheit zu imprägniren suchte: Je mehr Futter, desto mehr Fleisch; je mehr Fleisch, desto mehr Dünger; je mehr Dünger, desto mehr Körner. Der Japaner kennt diese Schlußfolgerung gar nicht; er hält sich einfach an das eine Unbestreitbare: Ohne fortlaufenden Dünger keine fortlaufende Production. Von dem, was ich dem Boden entnehme, ersetzt ihm einen kleinen Theil die Natur (worunter er Luft und Regen versteht); den anderen Theil muß ich ihm ersetzen; wodurch, ist vor der Hand gleich-

gültig. Daß die Producte des Landes erst durch den menschlichen Körper gehen müssen, ehe sie zu ihrer Heimath zurückkehren, ist für die Düngung selbst nur ein nothwendiges Uebel, das immer mit Verlusten verknüpft ist. Die Nothwendigkeit des Mittelgliedes der Viehhaltung begreift er vollends nicht. Wie viel unnütze und kostspielige Arbeit müsse es verursachen, das Product des Bodens erst durch Vieh auffressen zu lassen, das so mühsam und kostspielig aufzuziehen sei, und mit viel größeren Verlusten das verknüpft sein müsse! Wie viel einfacher es doch sei, das Korn selbst zu verzehren und den Dünger selbst zu machen.

Es sei jedoch fern von mir, die so differirenden Endpunkte, zu denen die Entwickelung der landwirthschaftlichen Culturgeschichte beider Völker geführt hat, dazu benutzen zu wollen, die Gestaltung unserer Landwirthschaft zu verdammen und die der japanischen à conto einer tieferen Einsicht ungebührlich zu erheben. Die Verhältnisse haben es eben so mit sich gebracht, und zwar ist Folgendes hauptsächlich dafür maßgebend gewesen. Die Religion verbietet den Japanern Fleisch zu essen, und zwar den Anhängern beider Hauptsekten, den Sintoisten sowohl als den Buddhaisten. Da sie ihnen aber nicht nur den Genuß des Fleisches, sondern überhaupt alles dessen verbietet, was vom Thiere kommt (Milch, Butter, Käse), so fällt damit der eine große Zweck unserer Viehhaltung fort. Auch das Schaf, nur seiner Wolle wegen gehalten, würde sich ohne Verwerthung des Fleischkörpers nicht rentiren können; eine Einsicht, zu der man ja selbst in Deutschland nach und nach zu gelangen scheint.

Ein zweiter Grund, der die Viehhaltung überflüssig macht, ist die Kleinheit aller Wirthschafts-Einheiten, die jedoch nicht zu verwechseln ist mit Zerstückelung des Grundeigenthums.

Aller Grund und Boden gehört dem Fürsten, den Großen des Landes, die es in Lehne und Afterlehne an den niederen Adel vergeben haben; da aber die Adligen den Ackerbau nicht selbst betreiben können, haben sie ihre Lehnsgüter parcellenweise verpachtet oder vererbpachtet; die gegenwärtige Vertheilung und Gliederung des Bodens scheint seit undenklichen Zeiten zu bestehen, und für die anfängliche Begrenzung der Parcellen ist wohl die natürliche Lage oder der Wasserlauf eines Baches maßgebend gewesen; die Größe dieser Parcellen, die unter einer Bewirthschaftung sich befinden, variirt von etwa 2 bis 5 Morgen. Da nun dieses kleine Terrain noch oft von Zu- und Ableitungsgräben durchschnitten wird, so findet man selten ein so großes Stück Feld, daß ein Zugthier mit Vortheil darauf verwendet werden könnte.

Diese Verhältnisse sind bei uns wesentlich anders. Wir glauben ohne eine Fülle von Fleisch nicht in Kraft existiren zu können, obgleich wir täglich das Beispiel vor Augen haben, daß unsere Arbeiter, welche die Kraft doch mindestens eben so bedürfen, wie wir, größtentheils unfreiwillige Buddhaisten sind. Die Wirthschafts-Einheiten sind noch immer so groß, daß an eine durchgängige Bearbeitung mit der Hand nicht gedacht werden kann, abgesehen davon, daß die Preisverhältnisse zwischen Arbeitslohn und Product eine so intensive Behandlung nur in den seltensten Fällen gestatten. Daß aber die Cultur des Bodens in der ganzen Welt genau in geradem Verhältnisse steht zu der Parcellirung des Bodens, ist eine Thatsache, deren Realität und Bedeutung erst recht in die Augen springt, wenn man von Norddeutschland über England nach Japan reist.

Der einzige Düngererzeuger in Japan ist also der Mensch, und es liegt auf der Hand, daß der Aufbewahrung, Zubereitung und Verwendung seiner Excremente die größte Sorgfalt

gewidmet ist. Da dieses ganze Verfahren, wie ich glaube, viel Lehrreiches für uns enthält, so halte ich jetzt, auf die Gefahr hin, ästhetisches Gefühl zu verletzen, für meine Pflicht, dasselbe so detaillirt als möglich mitzutheilen.

Der Japaner baut seinen Abtritt nicht wie wir in einen möglichst entfernten Winkel des Hofes mit halb offener Hinterfront, welche dem Regen und Wind freien Zugang gestattet, sondern er macht ihn zu einem wesentlichen und geschlossenen Theile seines Hauses. Da er den Begriff „Stuhl" überhaupt nicht hat, so entbehrt auch das gewöhnlich sehr sauber gearbeitete, oft tapezirte oder lackirte Kabinet der bei uns üblichen Sitzbank, und ein einfaches, länglich viereckiges Loch, welches der Quere nach der Eintrittsthür gegenüber läuft, ist bestimmt, die Excremente in den unteren Raum zu führen. Indem er die Oeffnung der Breite nach zwischen seine Beine nimmt, verrichtet er in hockender Stellung sein Geschäft mit der größten Reinlichkeit. So oft ich auch in den Wohnungen selbst der kleinsten und ärmsten Landbebauer dieses Cabinet untersuchte, stets fand ich eine vollkommene Sauberkeit darin vor. Ich finde, daß in dieser Construction etwas Praktisches liegt. Wir bauen bei uns über den Miststätten und hinter den Scheunen Abtritte für die Hofleute und Tagearbeiter, und versehen dieselben mit Bänken und runden Löchern darin; aber selbst, wenn wir nur eine einzelne Sitzplatte darin anbringen, so habe ich doch allzu oft gesehen, daß der ganze Abtritt nach wenigen Tagen einem schlechten Schweinestall viel ähnlicher geworden war, als einem menschlichen Abtritte, und zwar einfach deshalb, weil auch unsere Arbeiter eine entschiedene, vielleicht natürliche Vorliebe für die hockende Stellung haben. Die Construction des japanischen Abtritts zeigt, daß diesen Leuten geholfen werden kann.

Unter jener viereckigen Oeffnung steht ein Gefäß, um die Excremente aufzunehmen; gewöhnlich ein der Oeffnung entsprechend wannenförmig construirter Eimer mit überstehenden Ohren, durch welche eine Tragestange geschoben werden kann; öfter auch ein großer irdener Henkeltopf, wozu der hiesige Thon ein ausgezeichnetes Material liefert. In einigen seltenen Fällen, und auch das nur in Städten, fand ich auf dem Boden dieses Gefäßes und auch wohl zwischen geschichtet eine Lage Spreu oder grobes Häcksel, ein Verfahren, welches, wenn ich nicht irre, auch bei uns seit einiger Zeit empfohlen ist. Sobald nun dieses Hausgefäß voll ist, wird es herausgenommen und in einen der größeren Düngerbehälter entleert. Diese Düngerbehälter sind entweder im Felde selbst oder im Hofe angelegt und bestehen in großen, fast bis zum Rande in die Erde eingelassenen Fässern oder enormen Steintöpfen von 8 bis 12 Cubikfuß Inhalt. Dies sind die eigentlichen Düngerbereiter. Die Behandlung in diesen Behältern ist folgende: Die Excremente werden ohne irgend einen Zusatz mit Wasser verdünnt, und zwar so lange, bis unter tüchtigem Umrühren die ganze Masse sich zu einem vollständig fein vertheilten und innig verbundenen Brei verwandelt hat; bei Regenwetter wird die Grube dann durch ein daneben stehendes verschiebbares Dach zugedeckt, bei klarem Wetter aber dem Winde und der Sonne ausgesetzt. Die festen Bestandtheile des Breies senken sich allmälig und gehen in Gährung über, das Wasser verdunstet. In dieser Zeit hat der Hausabtritt eine neue Auffüllung geliefert; es wird wieder Wasser zugesetzt, das Ganze gut durcheinander gerührt und gerade so behandelt, wie die erste Auffüllung. In dieser Weise wird fortgefahren, bis die Grube voll ist; dann läßt man sie nach der letzten Auffüllung und nochmaliger vollständiger Durchrührung je

nach der Witterung 2 bis 3 Wochen oder bis zum Gebrauche stehen; niemals aber wird der Dünger frisch verwendet.

Dieses ganze Verfahren zeigt, daß die Japaner durchaus keine Anhänger der Stickstofftheorie sind und daß es ihnen lediglich um die festen Bestandtheile des Düngers zu thun ist. Sie geben das Ammoniak sorglos der Zerlegung durch die Sonne und der Verflüchtigung durch den Wind preis, schützen aber die festen Bestandtheile desto sorgfältiger vor Auswaschung und Wegschwemmung.

Da aber der Ackerbauer die Rente seines Grundstückes nicht in Geld, sondern in einem Procentsatz seines Naturalertrages an seinen Verpächter oder Lehnsherrn abtragen muß, so ist er in einem vollständigen logischen Gedankengange der Meinung, daß die Lieferung seines Hausabtritts nicht hinreichen würde, eine allmälige Erschöpfung seines Bodens zu verhindern, trotz des tiefen Reichthums desselben und trotzdem, daß der nächste Bach oder Canal, dem er sein Bewässerungsmaterial entnimmt, ihm mit seinem Wasser unzweifelhaft düngende Bestandtheile zuführt. Er hat deshalb auch überall, wo sein kleines Feld an öffentliche Straßen, Fußwege und Steine stößt, an den Grenzen desselben Tonnen oder Töpfe eingegraben, deren Benutzung dem reisenden Publicum dringend ans Herz gelegt ist, und wie tief das Verständniß von dem ökonomischen Werthe des Düngers von den höchsten bis in die niedrigsten Schichten der Gesellschaft hinabgedrungen ist, dafür mag als Beweis die Angabe dienen, daß ich auf den vielen Wanderungen, die ich in die entlegensten Thäler und in die Höfe und Hütten der ärmsten Leute gemacht habe, niemals und in keinem noch so verborgenen Winkel eine Spur von menschlichen Excrementen auf der freien Erde gesehen habe. Bei uns auf

dem Lande liegen sie zu Hunderten neben dem Abtritt und in allen Winkeln des Hofes. — Daß dieser von wohlwollenden Reisenden hinterlassene Dünger dieselbe Behandlung erfährt, als der Familiendünger, bedarf wohl keiner Ausführung.

Den Excrementen des Ackerbaues gesellen sich aber noch andere Stoffe zu, die seinem Boden nicht entnommen waren, und die daher einen ferneren Import von Düngstoffen repräsentiren. In allen Flüssen, Bächen und Canälen und namentlich in den vielen kleinen Meeresbuchten wimmelt es von einer Unzahl eßbarer Fische, deren Genuß dem Japaner erlaubt ist; eine Erlaubniß, von der er denn auch einen sehr ausgedehnten Gebrauch macht. Fische, Krebse und Schnecken werden in Masse verzehrt und kommen schließlich als ein sehr schätzbarer Beitrag von außen dem Abtritt und damit dem Felde zu Gute.

Der japanische Landwirth bereitet auch Compost. Da er kein Vieh besitzt, also die Verwerthung seines Strohes und aller Wirthschaftsabgänge durch den thierischen Körper entbehrt, muß er diesen ganzen Theil der Production seines Bodens demselben ohne „Animalisation" einverleiben. Die Quintessenz der dabei angewendeten Methoden ist einfach eine Concentration der Stoffe. Gehacktes Stroh, überflüssige Spreu, die auf der Straße aufgelesenen Excremente der Lastpferde, Köpfe und Kraut der Rüben, Schalen der Yams und Bataten und alle etwaigen Wirthschaftsabgänge werden sorgfältig mit etwas Rasenerde gemischt, in Form kleiner Kartoffelmieten gebracht, angefeuchtet und mit einem Strohdache versehen. Nicht selten habe ich in diesen Composthaufen auch Schalen von Muscheln und Schnecken gefunden, welche die meisten Bäche im Ueberflusse mit sich führen, und, wo irgend das Meeresufer nahe ist, in jeder beliebigen Quantität zu haben sind. Ab und zu wird der Haufen befeuchtet und umgestochen

und so geht der ganze Proceß der Abfaulung unter der kräftigen Einwirkung der Sonne rasch vor sich. Sehr oft habe ich auch, wenn reichlich Stroh vorhanden war, oder der Dünger verwendet werden sollte, ehe er reif war, das ungemein abkürzende Verfahren gesehen, ihn statt durch Gährung durch Feuer zu reduciren.

Die auf diese Weise halb verkohlte und veraschte Masse konnte dann sofort gebraucht werden und wurde, soweit meine Beobachtungen reichten, stets als Samendünger unmittelbar auf den Samen geschüttet.

Ich glaube, daß auch die Behandlung dieses Compostdüngers einen Beleg für die Behauptung liefert, daß dem japanischen Landwirth die Stickstoffverbindungen gleichgültig sind, und daß er alle organischen Substanzen vor der Anwendung zur Düngung sorgfältig zu zerstören bestrebt ist. Es steht dies im genauesten Zusammenhange damit, *daß es dem Japaner um eine möglichst rasche Verwerthung seines Düngers zu thun ist.*

Um diesen Zweck zu erreichen, bedient er sich außer der beschriebenen Zubereitung seines Düngers noch zweier Hülfsmittel:

1. er verwendet soweit als möglich und namentlich stets seinen Hauptdünger, den Dünger der Abtritte, *in flüssiger Form;*
2. *er kennt keine andere als Kopfdüngung.*

Sobald er zu einer Saat schreiten will, wird das Feld, wie später genauer beschrieben werden soll, in Furchen gelegt und der Same mit der Hand hineingestreut; darüber kommt eine dünne Lage gut vertheilten Compostes und über diese schließlich Abtrittsdünger in flüssiger und sehr verdünnter Form. Die Verdünnung geschieht in den Trageeimern, in denen der Dünger aus den Hauptdüngerbehältern zur Saatfurche ge-

tragen wird, weil nur auf diese Weise eine gleichmäßig starke Mischung und gute Durcharbeitung möglich ist. Die vollendete Gährung (Reife) des Düngers gestattete es, ihn gefahrlos mit dem Samenkorn in unmittelbare Berührung zu bringen, und sogleich den ersten feinen Wurzeltrieb kräftig zu unterstützen.

Vielleicht ist dieses Düngungsverfahren der Japaner in seiner Totalität bei uns noch nicht anwendbar; gewiß aber können wir von diesen alten Praktikern einige Lehren vertrauensvoll acceptiren, und sollten, da der gute Erfolg ihnen so auffallend zur Seite steht, dahin streben, sie unseren Verhältnissen angemessen zu modificiren und wenigstens als Princip überall zur Geltung zu bringen:

1. Möglichste Concentration des Düngers, die mit einer wesentlichen Kostenersparniß verbunden sein muß. (Wenn ich anführte, daß der Japaner unbekümmert um Stickstoffverbindungen ist, und daß sich sein Feld dennoch in hoher Cultur befindet, so ist damit natürlich keineswegs der Beweis geliefert, daß es nicht noch besser sein würde, wenn er gleichzeitig den Stickstoff fixiren könnte. Kann man, was ich bezweifle, ein praktischeres Verfahren auffinden, ein Verfahren, welches beide Vortheile mit einander verbindet, — desto besser! Ehe wir aber das bessere haben, sollten wir das Gute nehmen.)
2. Kopfdüngung, die freilich an die Reihencultur gefesselt ist.
3. Flüssige Düngung; nicht in der extravaganten Gestalt, in welcher sie sich in England Bahn zu brechen suchte, sondern in einer unseren Verhältnissen angepaßten Ausdehnung.*)

*) In einer Anmerkung verweist hier der Herr Verf. auf seinen aus England eingesendeten Bericht, welchen wir im XXXVIII. Bande S. 417 u. flgd. abgedruckt haben. D. Red.

Als Schlußsatz will ich die Nachricht benutzen, daß

4. der Japaner keine Frucht ohne Dünger baut.

Er giebt zu jeder Aussaat oder zu jeder Pflanze nur so viel Dünger, als dieselbe zu einer vollständigen Entwickelung bedarf. Um Bereicherung des Bodens für die Zukunft ist es ihm durchaus nicht zu thun; er will nichts, als eine reichliche Ernte von seiner jedesmaligen Aussaat. Wie oft hört man bei uns noch diesen Dünger jenem vorziehen, weil er „nachhaltiger" sei; und wie sind wir mit all' unserer weisen Vorsicht für die Zukunft hinter den Japanern zurückgeblieben, die nur für die nächste Ernte zu sorgen scheinen. Da sie zu jeder Frucht düngen und der Begriff „Brache" in unserer Form ihnen ganz unbekannt ist, müssen sie ihre jährliche Düngerproduction auf die ganze Fläche ihres Ackers vertheilen; dies ist ihnen allein durch Reihensaat und Kopfdüngung möglich.

Unser langer strohiger Mist und die Verschwendung desselben über die ganze Fläche des zu düngenden Feldes stehen diesem rationellen Verfahren schreiend gegenüber.

Der Dünger in den Städten unterliegt, wie ich hier noch beifügen will, keinerlei Behandlung, keinerlei künstlichen Umarbeitung in Guano und Poudrette; wie er da ist, geht er alle Abende und alle Morgen hinaus in alles Land, um nach kurzer Zeit als Bohne oder Rübe wieder zurückzukehren; Tausende von Kähnen gehen am frühen Morgen hoch aufgestapelt mit Eimern voll des werthvollen Stoffes durch die Wasserstraßen der Städte und vertheilen den Segen bis tief ins Land hinein. Es sind förmliche Düngerposten, die mit Regelmäßigkeit kommen und gehen, und man wird zugestehen, daß ein gewisses Märtyrerthum dazu gehört, Conducteur einer solchen Post zu sein. Abends begegnet man langen Reihen von ländlichen Kulies, welche die Producte des Landes am Morgen zur Stadt

gebracht haben, nun beladen mit 2 Eimern Dünger, nicht etwa in fester, consistenter Form, sondern genau in jener frischen Mischung, in der er sich naturgemäß in einem guten Abtritte vorfindet. Karawanen von Saumpferden, welche oft 50 bis 60 Meilen weit Fabrikate aus dem Innern (Seide, Oel, Lackwaaren ꝛc.) nach der Hauptstadt gebracht haben, sind nun heimwärts befrachtet mit Körben oder Eimern, nur daß man hier Sorge getragen hat, feste Excremente auszuwählen.

So entsteht vor uns das großartige Bild einer vollendeten Circulation von Naturkräften; kein Glied in der Kette geht verloren; eins reicht dem andern die Hand.

Ich kann mir einen Rückblick auf uns selbst und eine Parallele nicht versagen. Wir verkaufen in unseren großen Wirthschaften einen Theil unserer Bodenkraft in Form von Korn, Rüben oder Kartoffeln, aber unsere Wagen, welche diese Producte zur Stadt oder zur Fabrik gefahren haben, bringen keinen Ersatz zurück — ein Glied in der Kette fällt aus. Einen andern Theil verfüttern wir mit großen Viehheerden; auch von diesem geht wieder ein beträchtlicher Theil in der Form von Mastvieh, Milch, Butter oder Wolle in die Welt hinaus und kehrt nicht mehr zurück — ein zweites Glied fällt aus. Einen dritten kleinen Theil verzehren wir selbst mit unseren Arbeitern; dieser Theil wenigstens könnte uns ganz zu Gute kommen, wenn wir ihn sorgfältiger, verständiger, japanischer zu verwenden wüßten; oder will Jemand ernstlich behaupten, daß in unseren Wirthschaften der Abtrittsdünger von irgend welcher nennenswerthen Bedeutung ist? Ich glaube, daß auf einem Gute von 1000 Morgen der Abtrittsdünger noch nicht hinreichen würde, einen halben Morgen zu bedüngen. So bleibt uns denn bei der gegenwärtigen Organisation unserer Wirthschaften aus der Summe der Bodenkraft, die wir in den

Ernten dem Boden entnehmen, nichts als der Theil übrig, den unser Vieh uns als Mist zurückläßt, — ein kleiner Theil, wenn wir erwägen, wie voluminös er ist und wie concentrirt dagegen die Bodenkraft war, die wir als Körner, Milch oder Wolle verkauften.

Man wird mir einwenden, daß es doch wunderbar sei, wie wir gerade bei unserem System der großen Viehhaltungen Güter sichtlich in Cultur und zu hohen Erträgnissen bringen. Die Thatsache gestehe ich zu; es fragt sich nur, was sie bedeutet. Man muß sich vor allen Dingen über den Begriff „Cultur" klar werden. Wenn unter „Cultur" die Fähigkeit des Bodens verstanden wird, hohe Erträgnisse nachhaltig, d. h. als einen wirklichen Zins des Bodencapitals zu erzeugen, so leugne ich, daß unsere Güter (vielleicht mit wenigen Ausnahmen) in Cultur sind. Wir haben sie aber durch gute Bearbeitung und durch eine besondere Methode der Düngung in einen Zustand versetzt, der die ganze Bodenkraft disponibel gemacht hat, und der uns deshalb augenblicklich hohe Erträge giebt; aber es sind nicht die Zinsen, die wir von unserer Bodenkraft einsammeln, es ist das Capital selbst. Je flüssiger wir dasselbe machen, je schneller werden wir es bei unserem Wirthschaftssysteme erschöpft sehen. Wir nennen das nur fälschlich Cultur. Die besondere Methode der Düngung aber, deren ich vorhin erwähnte, besteht darin, daß wir so viel als möglich Stickstoffverbindungen dem Boden einpfropfen. Nun ist das Ammoniak und Genossen unzweifelhaft ein ausgezeichneter Cultivateur; er versteht es, schlummernde Bodenkräfte zu wecken; aber er ist doch schließlich nichts weiter, als ein Banquier, der uns gefällig den Thaler, den wir verausgaben können, in etwa zwanzig Silbergroschen wechselt; nun geben wir die Thaler schnell genug aus, und

darum giebt es bei uns eine so große Partei, welche den gefälligen Banquier liebt und vertheidigt.

Das ist der große Unterschied zwischen der europäischen und japanischen Cultur. Die europäische ist Scheincultur, und der Betrug wird über kurz oder lang zu Tage kommen; die japanische ist wirkliche, wahre Cultur; die Erträgnisse des Bodens sind Zinsen der Bodenkraft. Da der Japaner weiß, daß er von den Zinsen zu leben hat, ist seine erste Sorge darauf gerichtet, daß das Capital nicht verringert wird; er giebt nur dann mit der einen Hand nach außen, wenn er mit der anderen nehmen kann, und er nimmt aus seinem Boden niemals mehr, als er ihm giebt; er forcirt nichts durch große Zufuhren von Stickstoffverbindungen.

Darum gewähren die Felder in Japan durchaus nicht durchgängig jenen blendenden üppigen Anblick, den wir bisweilen bei uns genießen; auf seinen Aeckern stehen keine undurchdringlichen sechs bis acht Fuß hohe Strohwälder, keine 100pfündigen Rüben mit 99 Pfund Wasser, es ist nichts Extravagantes in dem Anblick der japanischen Ernten; was sie aber werthvoll vor den unsrigen auszeichnet, ist ihre Sicherheit und ihre Gleichmäßigkeit seit Jahrtausenden. Erst Durchschnitt ist Rente.

Verlangt man aber noch nach einem Beweise dafür, daß die Cultur in Japan eine wirklich hohe und die Production eine große ist, so möge die Notiz dazu dienen, daß ein Land von der Größe Großbritanniens, ein Land, von dem man annehmen kann, daß es seiner bergigen und oft gebirgigen Beschaffenheit wegen höchstens zur Hälfte culturbaren Acker besitzt, nicht nur mehr Einwohner enthält als Großbritannien, sondern dieselben auch erhält. Während dieses bekanntlich alljährlich für viele Millionen dem Auslande tributpflichtig wird,

führt Japan, seitdem seine Häfen geöffnet sind, jährlich nicht unbedeutende Quantitäten von Lebensmitteln aus.

---

2. Abschnitt.
Bearbeitung des Bodens.

„Tiefcultur ist ein Stichwort unserer modernen Tagesliteratur, und man darf wohl sagen, daß sich wenigstens das Princip allgemein zur Anerkennung gebracht hat. Der einzige bedingungsweise Einwurf, den man dagegen erhebt, ist die Behauptung, daß die Einführung desselben ein großes Düngercapital erfordere. Aber auch die begeistertsten Anhänger dieser Theorie daheim können sich schwerlich ein Bild von einer so allgemein und in so hohem Grade durchgeführten Tiefcultur entwerfen, als sie in Japan wirklich vorhanden ist.

Dem Japaner ist sein Stück Feld ein Material geworden, das er beliebig formt und verwendet; etwa wie ein Schneider aus einem Stücke Zeug nach Begehr Mantel, Röcke, Hosen oder Westen schneidet und beliebig eins in das andere umformt. Heute steht Weizen auf einem Feldstück; in acht Tagen ist derselbe geerntet, die Hälfte des Feldes ist ein von Wasser tief getränkter Sumpf geworden, in den der Pächter bis in die Knie einsinkend Reis pflanzt; die andere Hälfte aber steht daneben als ein um 2 bis $2^1/_2$ Fuß über das Reisfeld sich erhebendes breites und trockenes Beet, auf welches Baumwolle, Bataten oder Buchweizen gesäet wird; oder es ist auch wohl ein Viereck mitten im Felde zum Beet und ein breiter Rand rund herum zum Reisfelde gemacht, und da das Wasser die Oberfläche des letztern immer flach bedecken muß, so läßt sich schließen, daß die Planirung sorgfältig und immer nach der Wasserwage geschehen sein muß.

Diese ganze Arbeit ist während der kurzen Zeit von dem Wirth und seiner kleinen Familie ausgeführt. Daß sie mechanisch so schnell ausführbar war, ist ein Beweis für die tiefe Lockerheit des Bodens, selbst nach einer Ernte; und daß der Mann das thun durfte, unbekümmert um die Resultate der nächsten Ernte, ist ein Beweis von dem tiefen Reichthum des Bodens. Erst wenn sich Lockerheit mit Reichthum so verbinden, kann von einer wahren Tiefcultur die Rede sein.

Das gegebene Bild ist kein fingirtes Beispiel, kein Phantasiegemälde, sondern der getreue Abdruck von Thatsachen, die ich zu Hunderten gesehen habe. Nimmt man an, daß der Reis doch mindestens 1 bis $1^1/_2$ Fuß cultivirten Bodens verlangt, und addirt man dazu die halbe Höhe des aufgeworfenen Beetes mit 1 bis $1^1/_4$ Fuß, so erhält man eine Culturtiefe von 2 bis 3 Fuß.

Dieses Verfahren, das Feld beliebig in Sumpf- und Hochbeet umzuarbeiten, ist gegenwärtig allerdings in Japan nur noch der Beweis von dem Vorhandensein der Tiefcultur, aber es ist eben so klar, daß es dereinst auch das Mittel dazu gewesen sein muß. Wenn man mit der Vertiefung der Ackerkrume immer so lange warten will, bis man einen Ueberschuß an Dünger hat (ein überhaupt relativer Begriff), so ist vorauszusagen, daß sie in den seltensten Fällen Fortschritte bei uns machen wird. Man kann bekanntlich nicht Schwimmen lernen, ohne ins Wasser zu gehen.

Die Einführung und das beständige Fortschreiten der Tiefcultur ist in Japan unterstützt worden durch das seit undenklichen Zeiten angewendete Verfahren, alle Früchte in Reihen zu bauen. Auch über die Vorzüge dieses Verfahrens sind wir längst unterrichtet; unter den Vortheilen des Hackfruchtbaues wird in den Lehrbüchern stets die dadurch gelegentlich ermög-

lichte Vertiefung der Ackerkrume angeführt, und wenigstens unsere Gärtner haben es längst durchgängig adoptirt.

Das volle Verständniß von dem Werthe und der Bedeutung dieses Verfahrens habe ich erst erlangt, nachdem ich seine vollständige und vielgestaltige Durchführung in Japan gesehen habe. Bei uns ist die Reihensaat noch kein in das ganze System unserer Wirthschaftsführung eingreifendes Moment geworden; wir betrachten die Frage nur immer einseitig im Interesse der einzelnen Frucht, welche wir bauen wollen. Der Japaner aber hat sie zu einem Wirthschaftssysteme erhoben und hat sich mittelst desselben von der bei uns erforderlichen Rücksichtnahme auf Fruchtfolge und von der „Zwangsjacke der Schlagwirthschaft" vollständig emancipirt; er ist dadurch in Wahrheit freier Herr über sein Feld geworden. Er hat nicht nur das Hintereinander in ein Nebeneinander verwandelt, sondern auch das bei uns sich theilweise bahnbrechende Princip des Gemengebaues zu seiner höchsten Entfaltung gebracht, indem er das wilde und unwillkürliche Durcheinander aufgehoben und den Gemengebau durch die Reihencultur in eine geregelte und gesetzmäßige Ordnung gebracht hat. Ein Feld wird also folgendermaßen bestellt:

Es ist Mitte October, und augenblicklich Buchweizen die einzige Frucht auf diesem Ackerstück; er steht in Reihen von 24 bis 26 Zoll Entfernung; in den dazwischen liegenden, jetzt leeren Reihen waren im Frühjahre, nachdem der Weizen geerntet war, kleine Wasserrüben gesäet; auch diese sind bereits geerntet und der ganze Zwischenraum zwischen dem Buchweizen wird nun mit der Hacke so tief bearbeitet, als die Instrumente irgend reichen. Ein Theil der frischen Erde aus der Mitte wird an den in voller Blüthe stehenden Buchweizen herangezogen; in der Mitte entsteht dadurch eine Furche; da hinein

wird Raps oder die graue Wintererbse gesäet, auf die bereits beschriebene Weise gedüngt und Samen und Dünger flach mit Erde bedeckt. Wenn nun Raps oder Erbsen aufgegangen und 1 bis 2 Zoll hoch sind, wird der Buchweizen reif und geerntet; einige Tage darauf sind die Reihen, in denen er stand, gelockert; gereinigt und mit Weizen oder Winterrüben besäet. So folgt Reihe auf Reihe, das ganze Jahr hindurch Ernte auf Ernte. Vorfrucht ist gleichgültig; nur der vorhandene Dünger, die Jahreszeit und die Bedürfnisse der Wirthschaft sind maßgebend für die Wahl der nachfolgenden Frucht. Fehlt Dünger, so bleiben die Zwischenräume so lange brach liegen, bis sich das erforderliche Quantum angesammelt hat.

Das System als Ganzes hat den großen Vorzug, daß es allen Dünger zu jeder Zeit verwendbar macht, daß also das darin ruhende Capital nicht zinslos liegt; dann aber, und das möchte das Wichtigste sein, setzt es die Ernte, also die Bodenkraft, in ein gerades und durch kein „maneuvre de força“ getrübtes Verhältniß zu dem vorhandenen Düngercapitale, mit anderen Worten: Einnahme und Ausgabe des Bodens stehen in einer stetigen Balance.

Ich habe dies System in der Nähe großer Städte, wie Yeddo, in besonders fruchtbaren Thälern und in Feldern an den großen Landstraßen in seiner intensivsten Anwendung gesehen; Frucht folgte auf Frucht, Dünger auf Dünger. Hier producirte die Scholle viel mehr, als auf ihr verzehrt werden konnte; aber die große Stadt und die Straßenabtritte lieferten einen neuen Düngerimport, der mit dem Fruchtexport jedenfalls balanciren mußte. Ich habe aber auch Wirthschaften gesehen, abgelegen von der großen Straße, kleinen Hochebenen abgerungen, und offenbar von jüngerem Culturdatum.

Da der Japaner sich nicht gern auf den Höhen anbaut,

sondern mit seinem Hause stets das Thal vorzieht, so ist die Zuführung des Düngers hier beschwerlicher und der Zuschuß von Reisenden oder aus den Städten fast außer Frage; hier habe ich bisweilen nur eine Frucht auf jedem Feldstücke gefunden, und die Reihen dennoch so weit auseinander, daß noch eine andere Frucht vollständigen Raum dazwischen gehabt hätte. So wird wenigstens für die Zwischenräume, welche für die Aufnahme der nächsten Saat bestimmt sind, eine gehörige und wiederholte Bearbeitung ermöglicht, und zugleich durch das beständige Heranziehen von frischer Erde an die gegenwärtige Frucht derselben ein weit größeres Bodencapital zur Disposition gestellt, als dies bei irgend einem andern Verfahren möglich wäre. So wird ursprünglich nur die Hälfte des urbar gemachten Feldes (d. h. genau so weit als vorhandener Dünger reicht) zur Production herangezogen, aber sie ist immer bei dieser weitläufigen Reihencultur viel reichlicher, als sie ausfallen würde, wenn man eine zusammenhängende Hälfte anbauen und die andere Hälfte ebenfalls zusammenhängend brachen wollte. Jede gesteigerte Düngerproduction oder Einfuhr von außen befähigt, nach und nach die Zwischenräume ebenfalls zu besäen; es liegt dann nur noch der dritte oder vierte Theil des Feldes in Brache, und zuletzt ist die Cultur vollendet, wenn das ganze Feld das ganze Jahr hindurch in allen seinen möglichen Reihen Früchte trägt.

Wie unähnlich ist doch dieses Verfahren dem unsrigen. Wenn wir ein Stück Erde urbar machen und neu cultiviren, so beginnen wir damit, daß wir 3 bis 4 Ernten von ihm nehmen, ohne ihm irgend welchen Dünger zu geben; erst wenn der Boden ganz erschöpft ist, düngen wir. *Der Japaner cultivirt überhaupt nicht, wenn er nicht ein kleines Düngerbetriebskapital besitzt*, das er in diesem Boden

anlegen kann, und dann bestellt er selbst in diesem Neulande nur genau so viel, als er Dünger hat. Welch tiefes Verständniß von dem Wesen einer nachhaltig rentirenden Landwirthschaft tritt uns in diesem rationellen Verfahren entgegen! An keinem andern Beispiele kann der Unterschied zwischen der europäischen und der japanischen Anschauungsweise so deutlich und so glänzend erkannt werden, als an diesem. Wir schlagen ein Stück Wald ein, roden es, verkaufen das Holz und verkaufen dann die Bodenkraft in drei Halmernten, die wir ohne Dünger genommen haben; vielleicht haben wir die Erschöpfung des Bodens noch durch ein wenig Guano unterstützt; das ganze wirthschaftliche Resultat, das wir dadurch erreicht haben, ist dann kein anderes, als daß wir das bisher erzielte Düngerquantum unseres Gutes auf eine nunmehr vergrößerte Fläche vertheilen müssen. Wenn der Japaner ein Stück Land urbar macht, so findet er einen Boden mit frischer jungfräulicher Kraft vor; nichts kann ihm ferner liegen, als die Idee, diesen Boden zu berauben; indem er von vornherein Ernte und Dünger, Ausgabe und Einnahme, in Gleichgewicht setzt, behält er den Boden in seiner Kraft, und das ist Alles, was er oder irgend ein anderer verständiger Landwirth verlangen kann. (Annal. der preuß. Landwirthschaft, Januarheft 1862.)

Anhang H.

(Zu Seite 257.)

Allen Ethnographen und Reiseforschern würden wir vor allen anderen Erkundigungen in fremden Welttheilen die genaueste Berücksichtigung der Frage empfehlen: Wie verhält sich der alljährliche Ertrag all' der verschiedenen Cerealien und Culturpflanzen auf ungedüngtem Boden derselben Stelle bei einer fortgesetzten Reihe von Ernten auf verschiedenen Bodenarten und unter den klimatischen Einflüssen sehr verschiedener Breitegrade? So weit es dem Einsender seit Jahren möglich war hierüber zuverlässige Mittheilungen aus verschiedenen Ländern, besonders der heißen Zone, zu sammeln, scheint eine genaue Prüfung überall den alten, vielverbreiteten Irrthum zu widerlegen: daß unter günstigen klimatischen Verhältnissen ein sehr fruchtbarer Boden, z. B. in der tropischen Zone, auch ohne Rückgabe der mineralischen Bestandtheile durch die Hand des Menschen für die Cultur unerschöpflich sei. Selbst in den gesegnetsten Ländern der Aequatorialzone, auf der fruchtbarsten vulcanischen Erde, wie sie das alte Land der Incas in den Hochebenen von Quito, Imbabura, Riobamba, Cuenca u. s. w. darbietet, wurde durch eine lange fortgesetzte Reihenfolge von Culturen der Boden überall erschöpft, wo man nicht im Stande war, ihm mit Ueberrieselung durch künstliche Canäle den von

den Wildbächen der Anden herabgeströmten Schlamm zuzuführen. Das Werk des Wassers, dem die dort weitausgedehnten alten vulcanischen Schlammströme (Lodozales) die Arbeit erleichtern, dient dort dazu, dem Boden die durch viele Ernten entzogenen mineralischen Nahrungsstoffe wieder zu geben, wie anderwärts der Guano und der Stalldünger. Auch in den meisten Provinzen Persiens, besonders in Aserbeidschan und in einem großen Theile von Armenien und Kleinasien, erfüllen die überall angelegten Bewässerungscanäle mehr den Zweck, den Feldern des Thales die zur Zeit der Schneeschmelze abgeschwemmten Mineraltheile der Berge zuzuführen, als sie zu befeuchten. Diese Art von künstlicher Düngung durch Bewässerung ist dort auch in Gegenden gebräuchlich, wo es sonst an atmosphärischen Niederschlägen nicht fehlt. Sie ersetzt ähnlich wie der Nilschlamm in Aegypten die Wirkung des Stalldüngers. Da wo weder durch thierische Excremente noch durch den mineralischen Dünger einer künstlichen Ueberschwemmung dem Boden die durch fortgesetzte Ernten geraubten Bestandtheile zurückgegeben werden, wie z. B. an gewissen Stellen der großen Hochebenen von Tacunga und Ambato (im südamerikanischen Staat Ecuador), ist der Boden einer völligen Erschöpfung nahe. Trotz dem häufigen Wechsel von Regen und Sonnenschein giebt dort z. B. die Gerste oft kaum das zweite oder dritte Korn wieder. Nach meiner sorgfältigen Erkundigung haben selbst die fruchtbarsten Haciendas von San Salvador und Chiriqui in Mittelamerika mit ihrem überaus fruchtbaren, lockern, kali- und kieselerdereichen trachytischen Boden kein Maisfeld aufzuweisen, auf welchem diese Getreideart dreißig Jahre hindurch ohne bedeutend abnehmende Ernten fortgebaut worden wäre — eine Thatsache, welche frühere irrige Behaup-

tungen der Unerschöpflichkeit des Bodens tropischer Länder genügend widerlegt.

An der peruanischen Westküste sind nur jene Gegenden äußerst steril, wo nicht durch kleine künstliche Canäle dem trockenen Boden das von den Andesbächen abgezapfte Wasser mit den durch dessen mechanische Kraft gleichzeitig abgespülten und fortgeschwemmten Mineralbestandtheilen der Gebirgsgehänge zugeführt wird. In allen Gegenden, wo dies bei günstigen Terrainverhältnissen geschieht, ist auch der Boden, sowohl an der Küste als im Binnenlande von Peru und Bolivia, fast eben so ergiebig wie im Innern der Hochländer von Ecuador, Neu-Granada und Guatemala. Aber nicht das Wasser selbst ist die allein wirkende, jene vieljährige Fruchtbarkeit erhaltende Macht, sondern, ähnlich wie im ägyptischen Nildelta, der Schlamm, den das Wasser enthält, und der dort von den verwitterten Gebirgsarten der Anden herstammt, deren Bestandtheile in den Bächen, theils fein zermalmt, theils chemisch aufgelöst, durch kleine Gräben den Feldern zugeführt werden. Das in zahllosen Furchen dem Gebirge abgezapfte Wasser sickert schnell in den Boden oder verdunstet und hinterläßt einen reichhaltigen Niederschlag. Mit reinem Regenwasser wäre z. B. der großen Hochebene von Tacungar mit ihren sterilen Bimssteinfeldern, wo ganz nahe dem Aequator während neun Monaten im Jahre fast täglich Regengüsse fallen, gar nicht geholfen. Nur die schlammigen Andesbäche, nicht die atmosphärischen Niederschläge, wirken dort befruchtend. In Peru hat auch der Guano besonders dadurch eine nachhaltigere Wirkung als in England, weil gerade der durch ihn allein dem Boden nicht wiedererstattete nothwendige Kaligehalt mit dem zugeschwemmten Niederschlag aus den feldspathreichen, trachytischen Bestandtheilen des Andesrückens den Feldern reichlich ersetzt wird. Aehnlich wie der

von den großen Fluthen der Vorzeit stammende fruchtbare Löß am Fuße der Bayerischen und der Schweizer Alpen, ist dieser natürliche Mineraldünger in den südamerikanischen Andesländern vom größten Werth. Es ist eine bedeutsame Thatsache, daß die alten Culturvölker Amerikas zu denselben einfachen Mitteln des Wiederersatzes für ihren Boden gekommen sind, welche bei ähnlichen günstigen Terrainverhältnissen auch in den Gebirgsländern von Kleinasien, Armenien, Grusien, Westpersien, sowie im nördlichen Mesopotamien (Mossul) und, wenn ich nicht irre, auch in Tibet noch heute gebräuchlich sind. Kur, Araxes, Euphrat und Tigris haben im Frühling ein eben so trübes, mit Schlamm, d. h. Erdtheilchen, geschwängertes Wasser wie der Nil und wie der ostpersische Fluß Herirud, der bekanntlich ganz und gar für Felder und Gärten aufgesaugt wird. Alte Erfahrungen haben ohne Zweifel die Bewohner jener alten Culturländer beider Hemisphären belehrt, ihren Feldern in dieser Form die unverbrennlichen Bestandtheile zurückzugeben, die ihnen die den großen Städten zugeführten Ernten entzogen. (Professor Dr. Moritz Wagner siehe Beilage zur Augsb. Allgem. Zeitung Nro. 36 vom 5. Febr. und Nro. 173 vom 22. Juni 1862.)

Anhang I.

(Zu Seite 353.)

Kleeanalysen von Dr. Pincus.

100 Theile lufttrockener Klee enthielten bei den verschiedenen Düngungen:

	Ungedüngt.				Mit Bittersalz gedüngt.				Mit Gyps gedüngt.			
	Stengel.	Blätter.	Blüthen.	Ganze Pflanze.	Stengel.	Blätter.	Blüthen.	Ganze Pflanze.	Stengel.	Blätter.	Blüthen.	Ganze Pflanze.
Wasser	12,25	13,04	15,05	12,95	13,00	14,45	12,12	13,27	11,85	10,70	12,24	11,60
Pflanzenfaser	39,55	15,07	16,36	28,85	39,47	12,58	17,08	29,70	38,75	13,73	16,96	29,87
Mineralische Bestandtheile	5,05	11,16	6,32	6,95	6,75	10,97	7,47	7,94	6,65	11,45	7,45	7,96
Proteinsubstanz . . .	10,15	22,08	17,59	14,70	11,42	24,37	19,59	15,81	12,34	28,74	20,57	17,45
Kohlenhydrate . . .	33,00	38,65	44,68	36,55	29,36	37,63	43,74	33,28	30,41	35,38	42,78	33,12
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Gesammtmenge der Nährsubstanz . . .	43,15	60,73	62,27	51,25	40,78	62,00	63,33	49,09	42,75	64,12	63,35	50,57
Verhältniß Prt.:Kh. .	1:3,25	1:1,75	1:2,54	1:2,46	1:2,57	1:1,54	1:2,23	1:2,10	1:2,46	1:1,23	1:2,08	1:1,90

Aschenbestandtheile.

100 Theile Asche enthalten:

	Ungedüngter Klee.	Mit Bittersalz gedüngter Klee.	Mit Gyps gedüngter Klee.
Chlor	1,93	1,22	1,73
Kohlensäure	21,43	21,75	19,17
Schwefelsäure	1,33	2,36	3,29
Phosphorsäure . . .	7,97	8,49	8,87
Kieselsäure	2,67	2,55	3,08
Kali	33,58	32,91	35,37
Natron	2,12	3,03	2,73
Kalkerde	21,71	20,66	19,17
Magnesia	5,87	5,27	5,47
Eisenoxyd	0,94	1,22	0,94
	99,55	99,46	99,82

Auf kohlensäurefreie Asche berechnet:

	Ungedüngter Klee.	Mit Bittersalz gedüngter Klee.	Mit Gyps gedüngter Klee.
Chlor	2,46	1,56	2,14
Schwefelsäure	1,69	3,02	4,07
Phosphorsäure . . .	10,14	10,85	10,97
Kieselsäure	3,40	3,26	3,81
Kali	42,73	42,05	43,77
Natron	2,70	3,87	3,37
Kalkerde	27,62	26,40	23,72
Magnesia	7,47	6,74	6,77
Eisenoxyd	1,20	1,56	1,16
	99,41	99,31	99,78

Die beachtenswerthe Untersuchung von Dr. Grouven über die Kleekrankheit möge hier noch ihre Stelle finden.

Das sogenannte „Befallenwerden des Klees" äußert sich an dem Kleewuchse zur Zeit der Blüthe dieser Pflanze durch eine Menge von braunen, mehrere Linien großer Flecken kryptogamischer Gewächse, womit Stengel und Blätter übersäet sind und die nicht bloß eine entschiedene Mißernte des Klees zur Folge haben, sondern ihn auch zu einem unnahrhaften und ungesunden Futter machen.

Bei der Untersuchung des befallenen Klees wurden seine organischen und Aschenbestandtheile mit denen von gesund vegetirenden verglichen. Der befallene sowohl als auch der gesunde Klee bestanden aus der in Salzmünde üblichen Gemengsaat von Rothklee, Luzerne und Esparsette; die Proben zur Untersuchung wurden am 12. August den Feldern entnommen. Die Analyse des gesunden Klees erstreckte sich nur auf die Bestimmung der organischen Substanzen und des Aschengehalts.

100 Theile lufttrockenes Kleeheu enthielten:

	Befallener Klee.	Gesunder Klee.
Wasser	16,2	16,2
Proteinstoffe	16,7	11,7
Fett	3,6	2,8
Zuckerartige Stoffe auf Stärke berechnet *)	7,0	18,5
Unbekannte stickstofffreie Verbindungen	17,9	11,3
Holzfaser	31,7	31,4 **)
Asche	6,9	8,1
	100,0	100,0

*) Durch Schwefelsäure in Zucker überführbare Substanzen.
**) Mit 0,1 Asche und 0,184 Proteinsubstanzen.

Die Aschenzusammensetzung des befallenen Klees wurde mit den Aschenanalysen von Rothklee (Wolff) und Esparsette (Way) verglichen*). Die Aschen nach Abzug von Kohlensäure, Sand, Thon und Eisenoxyd berechnet.

	Befallener Klee. (Grouven.)	Rothklee. (Wolff.)	Esparsette. (Way.)
Kali	3,32	35,5	35,8
Natron	0,87	0,7	3,5
Kalk	55,71	32,8	35,9
Magnesia	13,08	8,4	5,5
Chlor	2,76	3,5	2,0
Schwefelsäure	13,46	3,3	2,8
Phosphorsäure	5,99	8,4	9,6
Kieselsäure	4,88	7,0	4,3
	99,07	99,6	99,4

Grouven schließt aus seiner Untersuchung, daß die erste Ursache der Kleekrankheit die abweichende chemische Zusammensetzung der Pflanzen sei, und daß diese hinwiederum abhänge von der Beschaffenheit des Bodens. — Der sehr viel kleinere Gehalt an Phosphorsäure und Kali in der Asche des befallenen Klees ist jedenfalls bemerkenswerth. (Zeitschrift des landwirthschaftlichen Centralvereins der Provinz Sachsen. 1861. S. 73.)

*) Man vergleiche auch die vorhergehenden Analysen von Dr. Pincus.

Register des zweiten Bandes.

A.

B.

C.

D.

E.

F.

G.

H.

J.

K.

L.

M.

N.

O.

P.

Q.

R.

S.

T.

U.

V.

W.

Berichtigung.

Seite 113, Zeile 12 von unten lies: Anhang F, statt Anhang E.